

R. 57.567

TESIS DOCTORAL.

T
1749

"ANALISIS DE LAS DECISIONES DE INVERSION Y
FINANCIACION EN PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D Y SU
INTEGRACION EN UN MODELO TEORICO DE SELECCION."

Director: Juan Mascareñas Pérez-Iñigo.
Doctorando: Rafael Guitián Fernández de Córdoba.

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
Universidad Complutense de Madrid.
Enero 1.996.

AGRADECIMIENTOS.

Cuando hace ya más de diez años escuché por primera vez la expresión I+D, no podía imaginar que terminaría haciendo esta tesis. Para la Cátedra de Economía de la Empresa y Contabilidad III, quienes me enseñaron el primer significado de este término y contribuyeron decisivamente en mi formación con el "Master en gestión financiera", mis más sinceras gracias. Entre todos sus integrantes, me gustaría destacar a los catedráticos Juan Mascareñas y Luis Tomás Díez de Castro por el seguimiento y dirección de este trabajo.

Otra deuda de gratitud institucional es con "AFINSA BIENES TANGIBLES, S.A." donde hoy desempeño mi labor profesional. A su equipo directivo y a todos mis compañeros, quiero agradecerles su apoyo y facilidades. Este recuerdo, lo hago especialmente entrañable a quienes me acompañan en mi quehacer diario tanto en el País Vasco como en Madrid.

En el plano personal, esta tesis ha supuesto tres años de trabajo en tres ciudades distintas; Riverside (California), Madrid y Bilbao. En este peregrinar cada vez con más páginas, me gustaría citar a los grandes sacrificados de este esfuerzo; mi madre, hermanos y amigos. Os pido disculpas por el tiempo robado y os doy las gracias por vuestra paciencia infinita; creo que el esfuerzo ha merecido la pena.

Esta reseña, quedaría incompleta sin citar a la primera persona que me puso en la pista de los estudios de doctor; mi padre. A él está dedicada esta tesis.

Rafael Guitián.

Bilbao, Enero de 1.996.

INDICE

INTRODUCCION	1
I.- PRIMERA PARTE: FUNDAMENTOS DE I+D.	
Capítulo 1: Conceptos básicos y precisiones terminológicas.	
1.- INTRODUCCION A LA PRIMERA PARTE DE LA TESIS.	5
2.- DEFINICIONES CLASICAS DE I+D.	5
2.1.- Primera definición de I+D.	6
2.2.- Segunda definición de I+D.	6
2.3.- Tercera definición de I+D.	7
2.4.- Cuarta definición de I+D.	7
3.- CLASIFICACION CLASICA DE LAS ACTIVIDADES DE I+D.	8
4.- NUEVA APROXIMACION AL CONCEPTO DE I+D.	9
5.- EL SISTEMA I+D: COMPOSICION.	12
5.1.- Elementos de entrada al sistema de I+D.	13
5.2.- Elementos provenientes del entorno socio-económico.	13
5.3.- Elementos provenientes del resto de la organización.	14
5.4.- Elementos de salida del sistema de I+D.	14
6.- EL SISTEMA I+D: SUBSISTEMAS INTEGRANTES.	14
6.1.- Proyecto de I+D.	15
6.2.- Programa de I+D.	15
6.3.- Cartera de I+D.	15
7.- EL SISTEMA I+D: OBJETIVOS.	16
8.- EL SISTEMA I+D: VALORACION.	18
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 1.	19
Capítulo 2: El papel de la función de I+D en la actividad empresarial y en el conjunto de la economía.	
1.- ANTECEDENTES: PRIMEROS ESTUDIOS SOBRE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA.	21
1.1.- Aportación teórica; la obra de Schumpeter.	21
1.2.- Aportación empírica; los análisis de Solow.	22
2.- NOCIONES BÁSICAS DE ESTRATEGIA EMPRESARIAL.	23
3.- ESTRATEGIA DE I+D: EXIGENCIAS DEL ENTORNO COMPETITIVO.	24
4.- ESTRATEGIA DE I+D: FUNCIÓN EN LA EMPRESA.	26
4.1.- Relaciones entre la economía productiva y la estrategia de I+D en una empresa.	26
4.2.- Relaciones entre la economía financiera y la estrategia de I+D en una empresa.	31
4.3.- Integración de la estrategia de I+D en la global de la empresa.	32

5.- EFECTOS DE LAS ACTIVIDADES DE I+D SOBRE EL CONJUNTO DE LA ECONOMÍA.	33
5.1.- Efectos sobre el empleo.	33
5.2.- Efectos sobre la productividad y la competitividad.	33
5.3.- Efectos sobre la renta y el bienestar.	34
5.4.- Efectos sobre el empleo y los mercados de trabajo.	34
5.5.- Efectos sobre la necesidad de formación.	35
5.6.- Efectos sobre la distribución social.	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DEL CAPÍTULO 2.	37

Capítulo 3: Factores condicionantes de las decisiones de inversión y financiación de I+D.

1.- PRESENTACIÓN.	40
2.- PRIMER FACTOR: SECTOR DE LA ACTIVIDAD EMPRESARIAL.	40
3.- SEGUNDO FACTOR: CONCENTRACIÓN Y SITUACIÓN DEL MERCADO.	43
4.- TERCER FACTOR: TAMAÑO DE LA EMPRESA.	48
4.1.- La función de I+D en las PYMES.	48
4.2.- La función de I+D en las grandes empresas.	49
5.- CUARTO FACTOR: SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN (I).	50
5.1.- Organización interna de las empresas.	50
5.2.- Relaciones entre empresas.	50
5.3.- El sistema de I+D (consideración en su conjunto).	51
5.4.- Las relaciones entre el sistema financiero y el de producción.	51
5.5.- Factores culturales e ideologías nacionales.	52
5.6.- La estructura productiva y la distribución del tamaño de las empresas.	52
6.- QUINTO FACTOR: SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN (II). PARTICIPACIÓN DEL SECTOR PÚBLICO.	52
6.1.- Regulaciones específicas.	54
6.2.- Ejecución de las funciones que le son propias.	54
6.3.- Demanda por parte de los agentes privados.	54
6.4.- Necesidad propia.	54
6.5.- Interés común.	55
7.- SEXTO FACTOR: ESTRATEGIA EMPRESARIAL CON RESPECTO A LA INNOVACIÓN.	55
7.1.- Estrategia innovadora ofensiva.	56
7.2.- Estrategia innovadora defensiva.	57
7.3.- Estrategia imitativa.	57
7.4.- Estrategia oportunista.	57
7.5.- Estrategia dependiente.	58
7.6.- Estrategia tradicional.	58
8.- OTROS FACTORES Y CONCLUSIÓN DE LA PRIMERA PARTE DE LA TESIS.	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DEL CAPÍTULO 3.	60

II.- SEGUNDA PARTE: DECISIONES DE INVERSION EN I+D.

Capítulo 4: Clasificación de proyectos y programas de I+D.

1.- INTRODUCCIÓN A LA SEGUNDA PARTE DE LA TESIS.	64
2.- DIFERENCIAS CONCEPTUALES ENTRE PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D.	64
3.- CLASIFICACIONES DE LOS PROYECTOS DE I+D.	66
3.1.- Primera clasificación de proyectos de I+D:	66
3.1.1.- Proyectos de I+D autónomos.	
3.1.2.- Proyectos de I+D dependientes.	
3.2.- Segunda clasificación de proyectos de I+D.	68
3.2.1.- Proyectos de I+D en procesos.	
3.2.2.- Proyectos de I+D en productos.	
4.- CLASIFICACIONES DE LOS PROGRAMAS DE I+D.	69
4.1.- Primera clasificación de programas de I+D.	69
4.1.1.- Programa de I+D marco.	
4.1.2.- Programa de I+D integrado.	
4.2.- Segunda clasificación de programas de I+D.	70
4.2.1.- Programas de I+D incrementales.	
4.2.2.- Programas de I+D radicales.	
4.2.3.- Programas de I+D fundamentales.	
5.- MODELO INTEGRADOR DE LAS CLASIFICACIONES DE PROYECTOS Y PROGRAMAS DE I+D.	71
5.1.- Proyectos-programas de I+D derivados.	73
5.2.- Proyectos-programas de I+D de descubrimiento.	74
5.3.- Proyectos-programas de I+D plataforma.	74
5.4.- Proyectos-programas de I+D transversales.	75
5.5.- Proyectos-programas de I+D de fusión.	77
6.- COMPLEMENTARIEDAD DE LAS CATEGORÍAS ESTABLECIDAS POR EL MODELO INTEGRADOR.	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DEL CAPÍTULO 4.	80

Capítulo 5: Propiedades de los proyectos y programas de I+D.

1.- EL CONCEPTO PROYECTO-PROGRAMA DE I+D.	83
2.- CONCLUSIONES DERIVADAS DEL MODELO INTEGRADOR DE PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D.	84
2.1.- Representación de carteras de I+D.	84
2.2.- Subsanación de deficiencias de otras clasificaciones.	84
3.- CONCLUSIONES PROYECTADAS DEL MODELO INTEGRADOR DE PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D.	85
3.1.- Conclusiones proyectadas mediante adición de nuevos elementos o variables del modelo integrador.	86
3.2.- Conclusiones proyectadas mediante la reforma del modelo integrador.	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DEL CAPÍTULO 5.	100

Capítulo 6: Aspectos propios de los proyectos y programas de I+D como inversión.

1.- OTROS ASPECTOS DIFERENCIALES DE LAS INVERSIONES EN I+D.	101
---	-----

2.- DE LAS FASES DE CADA PROYECTO-PROGRAMA DE I+D A SUS ETAPAS.	102
3.- PRIMERA ETAPA: EVALUACIÓN DE PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D.	103
4.- ASPECTOS MÁS RELEVANTES DE UN PROYECTO-PROGRAMA DE I+D EN LA ETAPA DE EVALUACIÓN.	104
5.- SEGUNDA ETAPA: INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.	106
6.- ASPECTOS MÁS RELEVANTES DE UN PROYECTO-PROGRAMA DE I+D EN LA ETAPA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.	107
6.1.- Necesidad de activos intangibles por parte de los proyectos-programas de I+D.	107
6.2.- Los proyectos-programas de I+D como generadores de opciones.	109
7.- TERCERA ETAPA: EJECUCIÓN COMERCIAL.	114
8.- ASPECTOS MÁS RELEVANTES DE UN PROYECTO-PROGRAMA DE I+D EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN COMERCIAL.	116
8.1.- La propiedad de la innovación creada a partir de un proyecto-programa de I+D.	116
8.2.- Desinversión y valor residual de los proyectos-programas de I+D.	119
8.3.- Recursos complementarios de un proyecto-programa de I+D.	120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DEL CAPÍTULO 6.	136

III.- TERCERA PARTE: DECISIONES DE FINANCIACION DE I+D.

Capítulo 7: Entorno específico de la financiación de proyectos y programas de I+D.

1.-INTRODUCCION A LA TERCERA PARTE DE LA TESIS.	141
2.-CONDICIONES DEL ENTORNO FINANCIERO DE I+D ORIGINADOS EN LA NECESIDAD DE UN VOLUMEN DE INFORMACION ELEVADO.	141
3.-CONDICIONES DEL ENTORNO FINANCIERO DE I+D ORIGINADOS POR LOS AGENTES ECONOMICOS PARTICIPANTES.	143
4.-CONDICIONES DEL ENTORNO FINANCIERO DE I+D ORIGINADOS POR LOS PROPIOS PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D.	144
4.1.- La difusión de la información acerca de I+D entre inversores y financiadores.	144
4.2.- Financiación de las dos fases de un proyecto-programa de I+D.	145
4.3.- Valoración social de los proyectos-programas de I+D.	147
5.- TEORIAS DE LA FINANCIACION EN I+D.	147
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 7.	149

Capítulo 8: Descripción de un modelo teórico para el análisis de la financiación de proyectos-programas de I+D.

1.- APROXIMACION METODOLOGICA.	151
2.- DESCRIPCION GENERAL DEL MODELO.	152
3.- MERCADO EXTERNO DE CAPITALS PARA INVERSIONES EMPRESARIALES.	153
3.1.- Mercado externo de capitales: Agentes participantes.	154
3.2.- Mercado externo de capitales: Instituciones.	155
3.3.- Mercado externo de capitales: Fondos financieros.	156
3.4.- Mercado externo de capitales: Variables.	157
3.5.- Mercado externo de capitales: Resultados.	159
4.- MERCADO INTERNO DE CAPITALS PARA INVERSIONES EMPRESARIALES.	160
4.1.- Mercado interno de capitales: Agentes participantes.	161
4.2.- Mercado interno de capitales: Fondos financieros.	162
4.3.- Mercado interno de capitales: Variables.	163
4.4.- Mercado interno de capitales: Resultados.	164
5.- INTERACCION ENTRE LOS MERCADOS EXTERNO E INTERNO DE CAPITALS.	165
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 8.	166

Capítulo 9: Mercado externo de capitales para la financiación de proyectos y programas de I+D: Agentes participantes y variables.

1.- MERCADO EXTERNO DE CAPITALS PARA PROYECTOS Y PROGRAMAS DE I+D: REDEFINICION DE LOS PAPELES DE LOS AGENTES PARTICIPANTES.	168
1.1.- Economías domésticas.	168
1.2.- Empresas.	168
1.3.- Sector Público.	169
1.4.- Intermediarios financieros.	169
1.5.- Instituciones del mercado externo de capitales.	170
2.- MERCADO EXTERNO DE CAPITALS PARA PROYECTOS Y PROGRAMAS DE I+D: APARICION DE NUEVOS AGENTES.	178
2.1.- Instituciones privadas sin fines de lucro.	178
2.2.- Instituciones de enseñanza superior.	179
2.3.- Propietarios de recursos complementarios.	179
3.- MERCADO EXTERNO DE CAPITALS PARA PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D: VARIABLES.	180
3.1.- Riesgo.	180
3.2.- Apalancamiento.	182
3.3.- Plazo / liquidez.	185
3.4.- Coste financiero / Rentabilidad de la inversión.	186
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 9.	189

Capítulo 10: Mercado externo de capitales: Fórmulas de financiación de proyectos y programas de I+D

1.- FINANCIACION DEL SECTOR PUBLICO.	193
--------------------------------------	-----

1.1.- Financiación "pasiva" del Sector Público.	194	
1.2.- Financiación "activa" del Sector Público.	197	
1.3.- Financiación "encubierta" del Sector Público.	203	
1.4.- Valoración de la financiación pública de proyectos- programas de I+D.	204	
2.-FINANCIACION ESPECIALIZADA DEL MERCADO EXTERNO DE CAPITALES.		206
2.1.- Capital Riesgo.	206	
2.2.- Inversores "ANGEL".	211	
2.3.- Complementariedad entre las dos formas de financiación especializada de proyectos - pro- gramas de I+D del mercado externo de capitales.	213	
3.- FINANCIACION TRADICIONAL DEL MERCADO EXTERNO DE CAPITALES.		214
3.1.- Financiación fuera de balance formulada con endeudamiento.	216	
3.2.- Financiación fuera de balance formulada con acciones.	217	
4.- FINANCIACION ALTRUISTA.		218
5.- FINANCIACION POR PARTE DE LOS PROPIETARIOS DE LOS RECURSOS COMPLEMENTARIOS.		219
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 10.		222

**Capítulo 11: Mercado interno de capitales: Elección entre
gestión interna o externa de un proyectos y programas de I+D.**

1.- DECISIONES DEL MERCADO INTERNO DE CAPITALES PARA I+D.	225
2.- GESTION DE I+D INTERNA Y EXTERNA: CONCEPTOS.	226
3.- GESTION DE I+D INTERNA Y EXTERNA: CONDICIONANTES GLOBALES.	227
3.1.- Situación actual y evolución futura del mercado.	227
3.2.- "Umbral mínimo de I+D".	227
4.- GESTION DE I+D INTERNA Y EXTERNA: CONDICIONANTES PROPIOS DE LA INNOVACION.	228
4.1.- Régimen de propiedad.	229
4.2.- Fase y etapa del proyecto-programa de I+D.	229
4.3.- Estrategia de recursos complementarios.	230
4.4.- Clase, transversabilidad y capacidad de fusión del proyecto-programa de I+D.	231
5.- GESTION DE I+D INTERNA Y EXTERNA: CONDICIONANTES PROPIOS DE LA EMPRESA INNOVADORA.	231
6.- GESTION DE I+D INTERNA Y EXTERNA: CONDICIONANTES DE TERCEROS IMPLICADOS.	232
7.- GESTION DE I+D INTERNA Y EXTERNA: EL CONCEPTO "MECANISMOS DE AISLAMIENTO".	233
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 11.	235

Capítulo 12: Mercado interno de capitales: Fórmulas de financiación de proyectos y programas de I+D.

1.- CLASIFICACION DE LOS MODELOS DE GESTION EXTERNA.	237
2.- FORMULAS DE FINANCIACION DE LA GESTION EXTERNA UNILATERAL DE PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D.	238
2.1.- Adquisiciones y cesión de licencias tecnológicas.	238
2.2.- Escisiones, fusiones y absorciones de departamentos de I+D.	242
2.3.- Creación de subsidiarias (o "start-up").	243
2.4.- Capital riesgo de empresa.	244
3.- FORMULAS DE FINANCIACION DE LA GESTION EXTERNA MULTILATERAL DE PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D.	246
3.1.- "Joint Ventures".	248
3.2.- Alianzas estratégicas o consorcios de I+D.	249
4.- FORMULAS DE FINANCIACION DE LA GESTION EXTERNA MIXTA DE PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D.	254
4.1.- Adquisiciones y fusiones de empresas.	254
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 12.	257

Capítulo 13: Mercado interno de capitales: Otros destinos financieros de I+D.

1.- CLASIFICACION DE LOS MODELOS DE GESTION INTERNA.	260
2.- DESTINOS INFORMALES DE FONDOS DE I+D.	261
2.1.- "Skunk works" ("talleres bohemios").	261
2.2.- Equipos multifuncionales.	262
3.- DESTINOS FORMALES DE FONDOS DE I+D.	265
3.1.- Concepto de "unidad de I+D".	265
3.2.- Organizaciones formales de I+D.	267
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 13.	271

IV.- CUARTA PARTE: SELECCION DE INVERSIONES DE I+D.

Capítulo 14: El problema de la selección de proyectos - programas de I+D.

1.- EVIDENCIA DE LA ESCASA DIFUSION DE MODELOS DE SELECCION DE INVERSIONES EN I+D.	274
2.- CLASIFICACION DE LAS LIMITACIONES PARA LA ADOPCION DE MODELOS FORMALES DE SELECCION DE INVERSIONES EN I+D.	276
3.- LIMITACIONES POR LAS HIPOTESIS DE PARTIDA DE LOS MODELOS DE SELECCION.	277
3.1.- Horizonte temporal.	277
3.2.- Necesidades de información.	278
3.3.- Generación de beneficios intangibles.	279
3.4.- El tratamiento e incorporación del fenómeno tecnológico.	280
3.5.- El "retraso" en la toma de decisiones de inversión.	281

3.6.-Incertidumbre sobre el coste final del proyecto-programa de I+D.	282
4.- LIMITACIONES POR FALLOS DE LA METODOLOGIA DE LOS MODELOS DE SELECCION.	282
4.1.- Responsables del análisis y selección de las alternativas.	282
4.2.- El "efecto experiencia".	283
4.3.- Dificultades prácticas de aplicación.	284
5.- LIMITACIONES CON ORIGEN EN LA PROPIA ORGANIZACION.	287
6.- LIMITACIONES POR LA PROPIA NATURALEZA DE LOS PROYECTOS - PROGRAMAS DE I+D.	288
6.1.- Clasificación de los proyectos - programas de I+D.	288
6.2.- Presencia de elementos intangibles en la composición de los proyectos - programas de I+D.	288
6.3.- Generación de opciones por los proyectos - programas de I+D.	289
6.4.- Problemas legales derivados del sistema de patentes.	289
6.5.- Valor residual de un proyecto - programas de I+D.	290
6.6.- Los recursos complementarios necesarios de un proyecto - programa de I+D.	290
7.- REQUISITOS A CUMPLIR POR UN MODELO TEORICO DE SELECCION DE INVERSIONES EN I+D.	290
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 14.	293
Capítulo 15: Marco general para una propuesta de sistematización de la selección de proyectos y programas de I+D.	
1.- PLANTEAMIENTO INICIAL.	298
2.- DESCRIPCION DEL PERFIL DEL DECISOR Y DE LA METODOLOGIA DE TOMA DE DECISIONES.	299
3.-ESQUEMA GENERAL DE NUESTRA PROPUESTA.	300
4.- CONTENIDO DE LA PRIMERA ETAPA: ELECCION DE UN ESCENARIO.	303
5.- CONTENIDO DE LA SEGUNDA ETAPA: DEFINICION Y DESCRIPCION DE LOS PROYECTOS Y PROGRAMAS DE I+D CANDIDATOS.	305
6.- CONTENIDO DE LA TERCERA ETAPA: FIJACION DE LOS CRITERIOS INSTRUMENTALES DE LA SELECCION.	306
7.- CONTENIDO DE LA CUARTA ETAPA: TEST DE ADECUACION ESTRATEGICA Y VIABILIDAD FINANCIERA.	312
7.1.- Test de adecuación estratégica.	312
7.2.- Viabilidad financiera.	313
8.- CONTENIDO DE LA QUINTA ETAPA: APLICACION DE METODOS CUANTITATIVOS.	313

9.-CONTENIDO DE LA SEXTA ETAPA: REVISIONES PERIODICAS (REALIMENTACION) .	314
10.- VALORACION DE NUESTRA PROPUESTA.	315
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 15.	317

Capítulo 16: Tres enfoques disponibles para la quinta etapa de nuestra propuesta de selección.

1.-INTRODUCCION: CONTENIDO DE LA QUINTA ETAPA DE NUESTRA PROPUESTA DE SELECCION.	319
2.- CONCEPTO Y TÉCNICAS DE SELECCIÓN DEL "ENFOQUE CLÁSICO".	320
2.1.- Programación matemática.	320
2.2.- Métodos clásicos basados en la cuanti- ficación de los beneficios.	321
3.-CONCEPTO Y TÉCNICAS DE SELECCIÓN DEL "ENFOQUE INTEGRADOR".	322
3.1.- Análisis de la "cadena de valor".	325
3.2.- Análisis de los "generadores de costes".	325
3.3.- Análisis de las "ventajas competitivas".	325
4.- FUNDAMENTOS DEL "ENFOQUE OPCIÓN REAL".	326
5.- PROBLEMAS PARA LA VALORACIÓN DE "OPCIONES REALES".	330
6.- MODELOS DE VALORACIÓN DE "OPCIONES REALES".	333
6.1.-Modelo de valoración de "opciones reales" basado en el de "Black-Scholes" para las "opciones financieras europeas".	334
6.2.-Modelo de valoración de "opciones reales" basado en el binomial para las "opciones financieras".	337
7.-COMPATIBILIDAD DEL "ENFOQUE OPCIÓN REAL" CON NUESTRA PROPUESTA DE SELECCIÓN DE PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D.	339
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 16.	342

Capítulo 17: Hacia una técnica cuantitativa de selección de inversiones en I+D generalmente aceptada.

1.-DISEÑO DE UN CRITERIO PRACTICO DE SELECCION DE INVERSIONES EN I+D.	345
2.- LOS PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D COMO "OPCIONES REALES".	346
3.-NUESTRO ENFOQUE DE VALORACION DE UN PROYECTO- PROGRAMA DE I+D.	349
3.1.-Valoración de la primera fase de un proyecto -programa de I+D mediante el enfoque "integrador".	349
3.2.-Valoración de la segunda fase de un proyecto -programa de I+D mediante el enfoque "opción real".	352
3.3.-Ventajas de la formulación de "Black-Scholes" frente a otros medios de valoración de "opciones"	

reales".	357
3.4.-Ventajas de una formulación que trate por separado las dos fases de un proyecto-programa de I+D.	359
4.-CRITERIO DE SELECCION.	361
5.-POSIBILIDADES DE ESTE PRINCIPIO OPERATIVO.	362
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 17.	364
CONCLUSIONES DE LA TESIS.	367
BIBLIOGRAFIA GENERAL	378
ANEXOS A LA TESIS.	
Anexo I: Variables del sistema de I+D: Tecnología en la empresa.	392
Anexo II: Variables del sistema de I+D: Conocimiento e Innovación tecnológica.	414
ANEXO III: Variables del sistema I+D: Riesgos asociados.	434
ANEXO IV: Variables del sistema de I+D: El tiempo.	450

INTRODUCCION.

El entorno competitivo actual se caracteriza por mercados mundiales, reducción de la vida de los productos, incorporación masiva de nuevas tecnologías, y aparición de nuevos competidores. Los agentes económicos, en sus respectivos niveles, presionados por este panorama, sienten la necesidad de incrementar sus volúmenes de inversión en actividades de I+D. El problema surge cuando las empresas, el Sector Público u otros organismos investigadores, deben argumentar sus decisiones de inversión en este campo o salen a captar fondos para financiarlas. Estas dos cuestiones son de difícil solución porque las actividades de I+D presentan un contexto propio, tanto en lo que se refiere a su inversión, como a su financiación.

Las decisiones de inversión en I+D, deben adaptarse a una serie de condicionantes si pretendemos que sean óptimas. Factores externos, sobre los cuales el decisor no tiene dominio, un importante valor estratégico futuro y un conjunto de características propias como proyecto de inversión, constituyen una parte fundamental de este marco decisorio que será tratado en las dos primeras partes de la tesis.

En lo que se refiere a las decisiones de financiación, es necesario relativizar las dificultades para encontrar fondos a un coste razonable. Mediante un adecuado conocimiento de las posibles fuentes financieras, de las reacciones de los agentes participantes de los mercados, y su adaptación a la naturaleza de las inversiones en I+D, es posible sentar las bases de unos principios de gestión financiera eficiente. Estos argumentos constituyen el contenido de la tercera parte de la tesis.

La necesidad de incorporar la consabida restricción presupuestaria, introduce un nuevo componente al entramado de las decisiones de inversión y financiación de actividades de I+D. Nos referimos a la evaluación y selección de estos proyectos de inversión. Por sus especiales particularidades, este proceso no es asimilable a otros que tengan lugar en las empresas.

Identificar las características de esta selección, así como realizar una propuesta para llevarla a cabo, serán el núcleo de la cuarta parte de la tesis.

Para desarrollar todos estos planteamientos, nos hemos tenido que enfrentar a la complejidad intrínseca de los mecanismos de innovación tecnológica y por extensión de las actividades de I+D. La metodología empleada para subsanar esta dificultad, ha sido trabajar conjuntamente con datos e informaciones provenientes tanto de tribunas académicas, como de prácticas empresariales documentadas.

Por este motivo, los hallazgos de esta tesis deben ser matizados en una doble dirección. Muchos de ellos, pueden tener la consideración de modelo general aplicable de forma casi universal. Por contra, algunos de ellos, deben ser considerado como soluciones de problemas puntuales, pero no por ello menos enriquecedores del pobre acervo que en materia de I+D existe. Esta dos vertientes interpretativas de las principales conclusiones de la tesis, permite definir esta como un cuerpo formal de aprendizaje teórico así como de experiencias prácticas.

Con todo, creemos alcanzado el objetivo inicial al plantearnos la tesis y que no era otro que proporcionar líneas directrices e ideas que ayuden a la toma de decisiones óptimas de inversión y financiación en I+D.

PRIMERA PARTE: FUNDAMENTOS DE I+D.

CAPITULO 1: Conceptos básicos y precisiones terminológicas.

1.- INTRODUCCION A LA PRIMERA PARTE DE LA TESIS.

La incorporación de este parte en el esquema general de la tesis obedece a un conjunto de razones; delimitar un lenguaje común (capítulo 1), comprender el valor de las inversiones en investigación y desarrollo (I+D a partir de ahora) (capítulo 2) y establecer el contexto donde se toman estas decisiones (capítulo 3).

La necesidad de estos "fundamentos de I+D" se pone de manifiesto a medida en que se acude a un mayor número de fuentes bibliográficas y se avanza en el contenido de la tesis.

No está en nuestro ánimo la realización de un glosario, ni un manual y por ello nos limitaremos a definir aquellos conceptos básicos que se repetirán frecuentemente, dotándoles de un significado lo más generalista posible (capítulo 1). Y en trazar las líneas directrices sobre la función estratégica (capítulo 2) y los condicionantes que actúan sobre I+D (capítulo 3).

2.- DEFINICIONES CLASICAS DE I+D.

Un concepto tan amplio como la investigación y desarrollo presenta tres tipos de dificultades para poder realizar una definición con validez universal. Estas fuentes de problemas son:

A) Interés perseguido por la definición: Las diferentes organizaciones, autores, etc. que han definido las actividades de I+D tienden a sesgar su contenido en busca del cumplimiento de sus propios intereses. Estos pueden ser

de naturaleza muy diversa; control, estadístico, propagandísticos, divulgativos, etc.

B) Nivel de agregación: La coexistencia de diferentes agentes económicos que realizan actividades de I+D y la importancia de las mismas a nivel macroeconómico, posibilita la existencia de diferentes definiciones (congruentes entre sí) de I+D únicamente variando el nivel de agregación de los datos en caso de encuestas, estadísticas, etc.

C) Origen de la definición: Como en el punto anterior, desde el estudioso independiente hasta la empresa de alta tecnología el abanico de personas y organizaciones interesadas en estos temas permite construir una gama similar de definiciones con distintas implicaciones.

A modo de prueba de esta "falta de acuerdo" propiciada por los factores anteriormente citados, proponemos a continuación una selección de definiciones de las actividades de I+D.

2.1.- Primera definición de I+D:

Interés perseguido: Divulgativo.

Nivel de agregación: Economía nacional.

Origen: Universitario.

De acuerdo con (1), I+D se define como:

"(...) la forma de medir los recursos utilizados para la investigación científica y tecnológica de un país. Se contabiliza las sumas aplicadas a tales objetivos y el total se relaciona con el P.I.B. ofreciéndose el resultado en términos de porcentaje. El I+D, como se dice abreviadamente, mide el esfuerzo investigador de un determinado país".

2.2.- Segunda definición de I+D:

Interés perseguido: Divulgativo - Estadístico.

Nivel de agregación: Economía nacional.

Origen: Organismo Autónomo Público.

"Se define como el conjunto de trabajos creativos que se emprenden de modo sistemático a fin de aumentar el volumen de conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, así como la utilización de ese volumen de conocimiento para concebir nuevas aplicaciones" (2).

2.3.- Tercera definición de I+D:

Interés perseguido: Divulgativo.

Nivel de agregación: Empresa, y Organismos
investigadores.

Origen: Administración Pública.

"Investigación: Es la indagación original y planificada que persigue descubrir nuevos conocimientos y una superior comprensión en los terrenos científico o técnico.

Desarrollo: Es la aplicación correcta de los logros obtenidos en la investigación hasta que se inicia la producción comercial" (3).

2.4.- Cuarta definición de I+D:

Interés perseguido: Control.

Nivel de agregación: Empresa, y Organismos investigadores.

Origen: Ministerio de Economía y Hacienda.

"a) Se considera investigación a la indagación original y planificada que persigue descubrir nuevos conocimientos y una superior comprensión en el ámbito científico o tecnológico.

b) Se considera desarrollo a la aplicación de los resultados de la investigación o de cualquier otro tipo de conocimiento científico para la fabricación de nuevos materiales o productos o para el diseño o mejora de nuevos procesos o sistema de producción así como para la mejora sustancial de materiales,

productos, procesos o sistemas preexistentes (...) En particular no se considerarán actividades de investigación las consistentes en:

Supervisión de ingeniería, (...) control de calidad, (...) adaptación de sistemas (...) a los requisitos específicos impuestos por el cliente, (...) cualquier otra actividad que no incorpore nuevas tecnologías..." (4).

Cada una de estas definiciones adquieren pleno significado desde la configuración que las antecede con las cuales las hemos clasificado.

Aunque estemos ante una pequeña muestra de las definiciones de I+D disponibles la creemos lo suficientemente representativa de lo que podíamos denominar concepción clásica de la I+D.

3.- CLASIFICACION CLASICA DE LAS ACTIVIDADES DE I+D.

Con cierta insistencia, se ha procedido a acotar los campos de las actividades de I+D en tres grandes grupos (frecuentemente esta división se ha reducido a los dos primeros) en función a sus objetivos. A esta clasificación, que hemos considerado clásica, pertenecen las siguientes categorías de actividades de I+D: (5)

A) "Investigación básica: Consiste en trabajos originales, teóricos o empíricos que se emprenden con la finalidad de adquirir conocimientos científicos nuevos sin estar orientados a un fin o aplicación práctica específica.

B) Investigación aplicada: Consiste igualmente en trabajos originales emprendidos con la finalidad de adquirir conocimientos científicos o técnicos nuevos pero está orientada hacia un objetivo práctico determinado.

C) Desarrollo tecnológico: Consiste en trabajos sistemáticos de profundización de los conocimientos científicos existentes para la producción de materiales,

productos, procesos, sistemas o servicios nuevos o para su mejora sustancial incluyendo la realización de prototipos y de instalaciones piloto."

En el cuadro nº 1.1. (6) hemos sintetizado los aspectos más interesante de cada una de estas modalidades en que tradicionalmente han sido clasificadas las actividades de I+D. El referirnos a esta clasificación como clásica no es con el ánimo de minusvalorarla si no para manifestar la tradición asociada a la misma. En la actualidad, sigue vigente si no se amplía el campo de actuación para la que fue inicialmente diseñada.

4.- NUEVA APROXIMACION AL CONCEPTO DE I+D.

Las definiciones anteriores y la clasificación "clásica", representan el soporte lógico y teórico para un entendimiento de las actividades de I+D pero por sí mismas, no son suficientes para comprender una I+D empresarial operativa a nivel estratégico y de gestión. Para subsanar esta deficiencia, proponemos una nueva concepción de I+D basada en el enfoque sistémico y en donde respetamos aquellos componentes de las definiciones clásicas. Además, introducimos elementos nuevos para dotar de un contexto actualizado nuestra interpretación de como deben ser entendidas las actividades de I+D.

Con estas premisas, proponemos para esta tesis la siguiente definición de I+D:

Aquel conjunto de recursos humanos, materiales, tecnológicos, financieros y de gestión que unidos a un proceso sistematizado de toma de decisiones , la empresa u organismo investigador emplea en exclusiva en la creación de un mayor conocimiento científico y/o en la innovación tecnológica de productos y procesos.

Con este objetivo, las actividades de I+D deben cumplir con una

Cuadro n° 1.1.- Características de los diferentes tipos de actividades de I+D.

TIPO DE I+D	¿QUE ES?	¿QUIEN LA HACE?	TENDENCIAS	RETOS PENDIENTES
<p>BASICA:</p> <p>- Indirecta:</p> <p>- Directa:</p>	<p>Búsqueda de conocimiento básico guiado por la curiosidad.</p> <p>Investigación a largo plazo de fenómenos básicos pero con ciertos objetivos. En muchos casos, los investigadores tienen libertad de iniciativa.</p>	<p>Universidades, Organismos públicos de investigación.</p> <p>Universidades con ayudas públicas para un fin concreto y grandes compañías multinacionales.</p>	<p>Los recursos financieros se reducirán sino se encuentran aplicaciones prácticas.</p> <p>Cierta retracción en la provisión de fondos públicos y de las grandes corporaciones.</p>	<p>- Vincular los resultados a las necesidades nacionales.</p> <p>- Transformar los resultados en productos vendibles.</p> <p>- Ser la fuente de crecimiento de determinados sectores.</p> <p>- Crear las condiciones de competitividad y productividad a largo plazo.</p> <p>- Encontrar la financiación adecuada.</p> <p>- Acortar los plazos de ejecución.</p>
<p>APLICADA:</p>	<p>Pretende transformar ideas en prototipos de productos, sistemas de producción, etc. Es cara y tiene un alto grado de riesgo.</p>	<p>Principalmente empresas privadas pero también alguna universidad mediante convenios de colaboración.</p>	<p>Las grandes multinacionales pretenden reducir las partidas dedicadas a este concepto.</p>	
<p>DESARROLLO TECNOLÓGICO:</p>	<p>Transforma los prototipos en productos nuevos y mejora los existentes. Incluye el desarrollo y mejora de los procesos de producción y busca satisfacer las necesidades de los clientes.</p>	<p>Departamentos de ingeniería, de producción, de marketing y de I+D de empresas y unidades de negocio.</p>	<p>Su importancia se está incrementando como consecuencia de las nuevas condiciones de competitividad.</p>	<p>- Necesidad de investigación básica como fuente de nuevos productos.</p> <p>- Predecir y satisfacer las necesidades de grupos de clientes homogéneos (nichos de mercado).</p>

serie de criterios de racionalidad económico-financieros, técnicos, y comerciales para minimizar el riesgo asociado a ellas y garantizar la viabilidad futura (técnica y comercial) de los resultados obtenidos (convirtiéndose así la actividad de I+D en una auténtica función dentro de la empresa).

Sintetizando, podemos considerar que la función de I+D es la "forma sistematizada de generar innovación" (7) aunque se debiera precisar que no toda la innovación creada en la empresa proviene de sus actividades de I+D.

El camino seguido para poder proporcionar esta definición, parte de la siguiente cita: (8)

"I+D corporativa es un SISTEMA y desde esta perspectiva puede ser considerada como un conjunto de SUBUNIDADES interrelacionadas que son organizadas hacia un OBJETIVO. Esta interrelación se consigue porque las unidades comparten INPUTS y OUTPUTS cuyas relaciones determinan las estructura del sistema.

Cada SUBUNIDAD es por sí misma un SISTEMA y tiene objetivos que determinan su función. Desde una perspectiva global, el SISTEMA I+D es una jerarquía de estructuras y funciones porque las SUBUNIDADES menor nivel están integradas en las superiores. Dependiendo de esta posición jerárquica las SUBUNIDADES se diferencian por su alcance, su naturaleza, sus INPUTS - OUTPUTS, OBJETIVOS, e impacto en el proceso de selección de proyectos."

Mediante esta vía de aproximación al concepto de I+D solventamos una serie de dificultades con las cuales se encuentran las acepciones clásicas de I+D. Entre otras muchas destacan:

A) Incomprensión de los mecanismos internos con los cuales funcionan las actividades de I+D. Es frecuente encontrar expresiones como "torre de marfil" o "caja negra" refiriéndose a la función de I+D debido a la complejidad de sus procesos (9).

B) Limitar las actividades de I+D a una mera partida presupuestaria (10).

C) Asignación de recursos imprecisa y subjetiva (11).

Pero no solamente las ventajas de nuestra aproximación al concepto I+D, están en obviar defectos detectados, además se pueden incorporar nuevas posibilidades como son:

A) Principios operativos : La necesidad de ellos queda patente porque "la diferencia entre éxito y fracaso (de la función de I+D) no está en cuanto gastan las empresas en investigación y desarrollo sino en como definen la función de I+D" (12).

B) Relaciones de I+D con otros conceptos y aspectos de la empresa. La base de la competencia en esta década incluye factores como innovación, proliferación de nuevos productos, velocidad, etc. realzando el papel a jugar por la función de I+D.

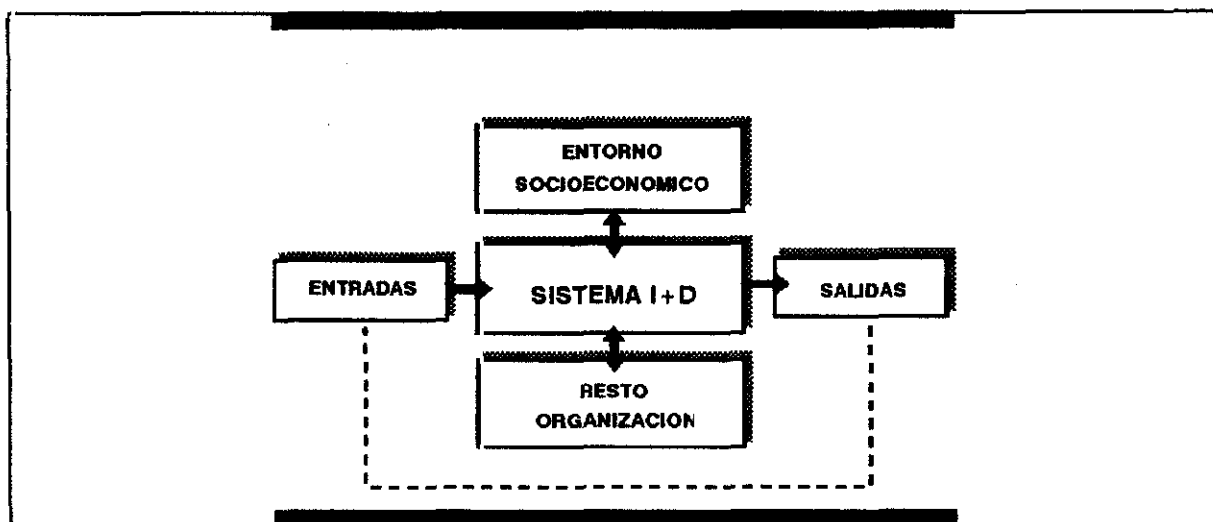
C) Dinamizar la función de I+D. La eficacia de las inversiones en I+D es limitada en el tiempo e inclusive el tiempo dedicado al desarrollo supera al que está en el mercado.

A nuestro juicio, esta forma de enfocar las actividades de I+D supone el primer paso para asignar con eficacia y eficientemente los recursos dedicados a estos fines porque en esta gestión radica la clave del éxito en una actividad donde gastar más casi siempre es insuficiente (13).

5.- EL SISTEMA I+D: COMPOSICION.

La lógica interna de un sistema, lo presenta como un conjunto de elementos interrelacionados íntimamente. En el cuadro nº 1.2. de forma gráfica hemos representado la estructura del sistema I+D.

Esquemáticamente, cada uno de los componentes de la figura puede ser definidos como se expone a continuación:



Cuadro nº1.2.- "Composición del sistema de I+D."

5.1.- Elementos de entrada al sistema I+D.

Son aquel conjunto de recursos humanos, materiales, financieros y de gestión, a partir de los cuales actuarán los procesos internos del propio sistema. En especial destacan :

- A) Tecnología (14).
- B) Información.
- C) Productos existentes.
- D) Procesos, sistemas y métodos productivos existentes.

5.2.- Elementos provenientes del entorno socio-económico.

Al igual que otros sistemas abiertos, I+D recibe influencias de su entorno que condiciona sus procesos y resultados. Por ello entre las obligaciones de cualquier sistema de I+D debe estar el de la adaptación a este entorno cambiante y poco influenciabile

para garantizar su propia supervivencia. Particularizando esta fenomenología, creemos necesario citar:

A) Ventajas competitivas de la organización que asume las actividades de I+D.

B) Posición estratégica como expresión de la situación de competitividad de las empresas protagonistas de I+D.

Este doble componente es analizado con más detalle en el capítulo próximo, pregunta 3.

5.3.- Elementos provenientes del resto de la organización.

El apoyo mutuo que debe existir entre todas las funciones de la empresa, propicia la aparición de una corriente de influencias recíprocas. Dentro de esta postura, son destacables los siguientes dos puntos:

A) Objetivos de la función I+D (son tratados en la pregunta 7 de este mismo capítulo).

B) Racionalidad económico-financiera de las actividades de I+D. (Este punto constituye el núcleo de la segunda y tercera parte de la tesis).

5.4.- Elementos de salida del sistema de I+D.

Es el resultado de los sistemas de I+D que debe enfrentarse al entorno socio económico. Es un único "producto":

A) Conocimiento - Innovación generada (15).

6.-EL SISTEMA I+D: SUBSISTEMAS INTEGRANTES.

La complejidad presente en todas las actividades de I+D nos conduce a descomponer las mismas en subunidades (tal y como se

propone en (8)) más homogéneas y fáciles de tratar. Nos referimos a los proyectos y programas de I+D, auténticos subsistemas en cuanto que poseen objetivos y particularidades propias (16). Sin embargo, en todos ellos un elemento común permanece; los procesos internos de I+D.

Las características más definitorias de los proyectos y programas de I+D son dos:

A) Riesgo asociado (17).

B) Importancia del factor tiempo (18).

Por otro lado, la dinámica propia de las actividades empresariales nos obliga a jerarquizar los subsistemas de I+D permitiendo clasificarlos en tres niveles agregables entre sí:

6.1.- Proyecto de I+D.

Serie limitada de recursos materiales, humanos, tecnológicos y financieros, dotados de autonomía de disposición en cantidad y finalidad, adscritos a la consecución de una determinada innovación viable comercialmente por si misma o en integración con otras y que aprovechen o generen ventajas competitivas.

6.2.- Programa de I+D.

Conjunto de proyectos de I+D con un común denominador tecnológico, comercial o estratégico desarrollados de forma paralela o sucesiva para alcanzar una posición estratégica competitiva en un determinado mercado, sector o línea de producto.

6.3.- Cartera de I+D.

Totalidad de programas y proyectos autónomos de I+D ejecutados por una organización y que manteniéndose independientes entre sí,

configuran conjuntamente la estrategia para lograr una posición competitiva global en todos y cada uno de los sectores o mercados donde está presente.

La idea central de esta triple estructura; proyecto- programa - cartera, es intentar representar el proceso de toma de decisiones seguido por las organizaciones de una manera consciente o intuitiva para articular su función de I+D como sistema. Probablemente, la gran mayoría de las organizaciones, dediquen sus esfuerzos de I+D a unos pocos proyectos inconexos o a lo sumo a algunos programas, pero las grandes empresas industriales y ciertos organismos de investigación públicos, presentan, o debieran hacerlo, una estructura de sistema de I+D asentada en el la idea de cartera (19).

A partir de ahora, emplearemos la expresión proyecto-programa de I+D como expresión de nuestra unidad de trabajo y con ella nos referiremos a subsistemas de I+D reales, con su autonomía, objetivos, entradas, salidas, etc. propios pero integrados en una lógica común representada por la cartera de I+D (20).

7.- EL SISTEMA DE I+D: OBJETIVOS.

A partir del marco elaborado en la pregunta anterior, se hace necesario establecer objetivos de diferente amplitud para cada una de las categorías establecidas como subsistemas de I+D.

En relación con las carteras y a los programas de I+D con pretensiones estratégicas, los planteamientos sobre la función a desarrollar se encuentra el capítulo 2. Por otro lado, los proyectos independientes y aquellos programas de menor envergadura tecnológica actúan en diferentes dimensiones: (21)

A) Coste: Controlar el coste de fabricación mediante el control de los costes de desarrollo de productos y procesos.

B) Velocidad: Acortar los ciclos de desarrollo de productos y procesos.

C) Calidad: Asegurar una calidad superior o al menos competitiva de los productos.

D) Imagen: Mantener la reputación de alta calidad, capacidad de innovación, compromiso y buen comportamiento ciudadano corporativo. En este sentido I+D colaborará a atender las responsabilidades secundarias con respecto al medio ambiente, al servicio, establecimiento de un sistema eficaz de patentes, etc.

E) Mejoras: Reforzamiento de las capacidades y cualidades de los productos y procesos existentes.

F) Rentabilizar: Cooperar en el aprovechamiento de oportunidades comerciales mediante el desarrollo de nuevos procesos y productos.

G) Avances: Principalmente en conocimientos para su posterior aplicación en la mejora de los procesos y productos existentes o en la generación de nuevos.

H) Reducción de diferencias: I+D representa la capacidad de reacción de la empresa ante las innovaciones de la competencia.

I) Adaptación: Los procesos y productos necesitan ser adaptados a los posibles cambios de la oferta y demanda de inputs.

Estos objetivos no son entes aislados sin ninguna conexión. Funcionan en estrecha relación y están influenciados entre sí. Por este motivo, los proyectos-programas de I+D considerados individualmente pueden atender a más de uno de estos objetivos directa o indirectamente.

8.- EL SISTEMA DE I+D: VALORACION.

Vincular la función de I+D con el entorno socio-económico y con el resto de la organización permite deducir la presencia o colaboración de las actividades de I+D en los resultados de la empresa a todos sus niveles:

A) Resultados a corto largo: Mediante proyectos autónomos y programas que incluyan riesgos bajos y modestos beneficios.

B) Resultados a medio plazo: Con programas que asuman riesgos medios.

C) Resultados a largo plazo: A través de una cartera de I+D que aúne la adecuada proporción de proyectos y programas de I+D a largo plazo que asuman riesgos muy altos.

En estas tareas, el sistema de I+D no actúa en solitario. Es necesaria una adecuada implicación y conexión con el resto de sistemas que componen la empresa. Desde la financiación, hasta el marketing.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 1:

(1).-TAMAMES, Ramón. "Diccionario de Economía". Alianza Editorial. Madrid 1.992. 5ª Edición. p: 221.

(2).-INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. "Estadística sobre las actividades en investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D) 1.989." INE. Madrid 1.992. p:13.

(3).-R.D. 1643/90 de 20 de Diciembre por el que se aprueba el Plan General de Contabilidad (B.O.E. 27 Diciembre 1.990).

(4).-R.D. 1622/92 de 29 de Diciembre. (B.O.E. 31 Diciembre 1.992).

(5).-INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. Ob.Cit. p:13.

(6).-El cuadro nº 1.1 es la adaptación de otro similar publicado en:

"BUSINESS WEEK". *Could America Afford the Transistor Today?*. 7 de Marzo de 1.994. Nº 3347-677. p: 38 - 39.

(7).-ESTUDIO COTEC Nº2: "Conceptos básicos de referencia para el estudio de la Innovación Tecnológica. Fundación COTEC. Madrid 1.993. p: 13.

La equivalencia entre innovación generada por el sistema I+D e innovación tecnológica se establece en el anexo II, pregunta 2.

(8).-SCHMIDT, Robert l y FREELAND, James R. "Recent Progress in Modeling R&D Project-Selection Processes". IEEE Transactions on Engineering Management. Mayo 1.992. Vol.39. Nº 2. p: 191.

(9).-ROUSSEL, Philip A.; SAAD, Kamal y otro. "Tercera generación de I+D". Mc Graw-Hill. Madrid 1.991. p: 42.

La complejidad de los procesos de innovación tecnológica es puesta de manifiesto en:

BARCELO ROCA, Miquel. "Innovación tecnológica en la industria. Una perspectiva española". BETA Editorial, S.A. Barcelona 1.994. p: 27.

(10).-ROUSSEL, Philip A. y otros. Ob.Cit. p: 28.

(11).-Una de las más conocidas frases empresariales sobre I+D es:

"Sé que aproximadamente la mitad del dinero invertido en I+D va directamente a la basura, pero el problema es que desconozco cual de las dos mitades es."

DESCHAMPS, Jean Philipe y NAYAK P. Ranganath. "Competing Through

Products. Lesson From the Winners." The Columbia Journal of World Business. Verano 1.992. Vol. XXVII. N°II. p: 42.

(12).-KODAMA, Fumio. "Technology Fusion and the New R&D." Harvard Business Review. Julio-Agosto 1.992. Vol. 70. N°4. p: 70.

(13).-ROUSSEL, Philip A.; SAAD, Kamal y otro. Ob.Cit. p: 3.

(14).-El anexo I se dedica a este tema.

(15).-El anexo II se dedica a este tema.

(16).- Una primera versión de estas definiciones aparece en:

GUITIAN FERNANDEZ DE CORDOBA, Rafael. "Marco Teórico para la clasificación de inversiones en investigación y desarrollo (I+D)." Actualidad Financiera. 24-30 Octubre 1.994. N°: 39. p: I-882.

(17).-El anexo III se dedica a este tema.

(18).-El anexo IV se dedica a este tema.

(19).-Estas diferencias son retomadas de nuevo en el capítulo 4, pregunta 2.

(20).-Discutiremos la vigencia de este concepto en el capítulo 5, pregunta 1.

(21).- Los cuatros primeros puntos están adaptados de :

ROUSSEL, Philip A.; SAAD, Kamal y otro. Ob.Cit. p: 145.

Los restantes, están adaptados de :

GOLD, B. "Strengthening R&D and its Integration With Corporate Operations." Omega: International Journal of Management Science. 1.991. Vol. 19. N°1. p: 4

CAPITULO 2: El papel de la función de I+D en la actividad empresarial y en el conjunto de la economía.

1.- ANTECEDENTES: PRIMEROS ESTUDIOS SOBRE LA INNOVACION TECNOLOGICA.

Los orígenes del análisis del papel que la innovación tecnológica (y por extensión las actividades de I+D), desempeña en una economía capitalista a nivel macroeconómico se remontan a comienzos del presente siglo. Esta relativa falta de tradición, conlleva un gran consenso por parte de la comunidad científica para citar a los precursores de esta "subdisciplina". Nosotros creemos conveniente citar dos obras:

1.1.- Aportación teórica; la obra de Schumpeter. (1)

Resumir la obra de este autor austriaco, es una tarea que escapa del objeto de la tesis. No obstante, su contribución puede ser comprendida a partir de una serie de ideas que introdujo en el pensamiento económico entre las cuales. nosotros destacaríamos:

A) El sistema económico capitalista, es una situación de equilibrio en donde cada unidad económica de producción, obtiene un beneficio ordinario o "salario de dirección". La única vía para acceder a unos beneficios extraordinarios es mediante la ruptura del equilibrio del mercado a través de innovaciones generadoras de nuevas combinaciones productivas. Bajo este planteamiento, Schumpeter identifica beneficio empresarial como premio o recompensa a la innovación.

B) El crecimiento en el sistema económico capitalista es la sustitución permanente de antiguos mercados, tecnologías obsoletas, organizaciones ineficaces, etc. por otros más

rentables y/o eficientes. En esta dinámica, el conocimiento y sus aplicaciones al mundo de los negocios, es un factor productivo más importante que los tradicionales; capital y trabajo.

C) El artífice y protagonista en esta "nueva forma de entender la economía" es la figura del empresario innovador en contraposición a los "directivos administrativos". Estos últimos son los encargados de gestionar lo conocido, reservándose los primeros citados, a la concepción y desarrollo de lo nuevo.

Dentro de este contexto general, Schumpeter además prestó atención a otros puntos de interés como son los aspectos cíclicos del desarrollo económico y en especial, al importante papel que desempeñan las grandes multinacionales industriales.

1.2.- Aportación empírica; los análisis de Solow. (2)

A finales de los años cincuenta (1.957) Solow, cambió la percepción mantenida hasta esa fecha de cuales eran las fuentes del crecimiento económico (basadas en el crecimiento del factor productivo capital).

En sus estudios, demostró como en el período 1.909 - 1.949 únicamente el 10% del crecimiento económico, era explicable por el incremento del ratio capital/trabajo. El restante 90% a su juicio, era atribuible a un uso más eficiente de los inputs y al cambio tecnológico.

Estos trabajos establecieron un marco teórico para que posteriormente otros economistas estudiaran empíricamente las relaciones existentes entre I+D y otras variables (productividad por ejemplo).

Con estos precedentes macroeconómicos, queremos subrayar que si entendemos una economía nacional como un gran agregado de

microeconomías (3), las inversiones en I+D tienen que jugar un papel sumamente importante en la conducta empresarial.

2.- NOCIONES BASICAS DE ESTRATEGIA EMPRESARIAL.

En su forma más sintética, es posible definir la estrategia de una empresa como la "selección de los negocios y la determinación de como competir en ellos" (4). Profundizar en esta definición implica reflexionar sobre los dos conceptos claves en ella.

Entenderemos por "negocio" una combinación de; funciones desarrolladas para los clientes, grupos de clientes atendidos, y tecnología empleada para ello (5).

Con la expresión "modo de competir en el mercado", nos referimos a la decisión sobre una de las dos grandes formas de competir; ser líderes en costes o en diferenciación de la competencia (6).

El liderazgo en costes, supone buscar y conservar una posición de costes bajos respecto a los rivales. Esto permitirá a la empresa mantener unos rendimientos superiores al promedio incluso en sectores de fuerte competencia (7). La diferenciación, significa ofrecer un producto que sea percibido en el mercado como único, distinto del ofrecido por los presuntos competidores. Esta forma de competir conferirá a la empresa que la emplee con éxito, grados de monopolio y le permitirá fijar precios superiores a la media del sector (8).

Conocida la significación de los términos negocio y modo de competir, la estrategia empresarial se descompone en distintos niveles que afectan a diferentes funciones integradas; diseño, producción, distribución, financiación, etc. A través de esta delegación, se produce un proceso de toma de decisiones referidas a: (9)

A) Penetración: Mejora de la posición en el mercado actual y con los productos actuales.

B) Desarrollo del producto: Introducción de los nuevos productos en los mercados actuales.

C) Desarrollo del mercado: Introducción de los productos actuales en nuevos mercados.

D) Diversificación o entrada en nuevas actividades: Otros productos para nuevos mercados , con mayor (diversificación relacionada) o menor (no relacionada) vinculación con los negocios originales.

Cualquiera de las alternativas anteriores pueden ponerse en práctica mediante crecimiento interno (simplificando diríamos beneficios no distribuidos) o externo (adquisiciones de otras empresas, fusiones o acuerdos de colaboración).

Esta breve explicación de un tema complejo como la estrategia empresarial, adolece hasta este momento de falta de conexión con el entorno exterior a la empresa. Como las empresas no actúan en solitario, todas las decisiones estratégicas deben contemplar el análisis de la competencia y medio ambiente económico donde se ejecutarán para conceder pleno significado a la estrategia empresarial.

3.- ESTRATEGIA DE I+D: EXIGENCIAS DEL ENTORNO COMPETITIVO.

Retomando la última idea de la pregunta anterior, cada vez con más frecuencia se destacan una serie de tendencias que configuran los mercados actuales: (10)

A) Aceleración de la tasa de crecimiento tecnológico.

B) Reducción de la vida de los productos (11).

C) Intensificación de la competencia debido a la maduración de los mercados y a su desregulación y fragmentación de los

mismos debido a cambios demográficos, fenómenos que obligan al desarrollo de nuevos productos centrados en nichos concretos de consumidores.

El resultado real de estas tendencias, puede ser encontrado en un estudio de Don E. Kash de la George Mason University en Fairfax, (12) donde se analizan los treinta productos más vendidos en el mundo en las décadas de los setenta y noventa. Los cabezas de lista pueden ser encontrados en el cuadro n° 2.1 :

CUADRO N°2.1: PRODUCTOS MAS VENDIDOS MUNDIALMENTE.			
Entre paréntesis el porcentaje sobre las ventas totales dedicado a I+D en el año 1.992.			
AÑOS 70.		AÑOS 90.	
1.- PRODUCTOS QUIMICOS	(4,3)	1.- ELECTRONICA CONSUMO	(7,0)
2.- DERIVADOS PETROLEO	(0,8)	2.- INFORMATICA	(8,4)
3.- PRODUCTOS SIDERURGICOS	(1,1)	3.- AUTOMOVILES	(4,0)
4.- PLASTICOS	(0,6)	4.- AVIONES	(4,4)
5.- PRODUCTOS FARMACEUTICOS	(9,7)	5.- EQUIPOS COMUNICACION	(3,1)

Pese a la falta de homogeneidad de algunos datos, (sería necesario conocer el porcentaje sobre las ventas dedicado a I+D en los años setenta) se aprecia un incremento en el comercio mundial de los productos que incorporan una mayor inversión en I+D.

Esta propensión queda respaldada por diversas encuestas sobre el porcentaje de beneficios proporcionados por nuevos productos (13) (menos de 5 años de antigüedad). Así se ha pasado de un 31% en 1.982, a un 50% previsto para el año 2.000.

Todos estos datos proporcionan una conclusión, esgrimida por otra parte por los economistas teóricos; las condiciones de competitividad requieren un esfuerzo creciente en inversión de I+D y tecnología que posibilite la adaptación a los mercados en

primer lugar para garantizar la supervivencia y la rentabilidad de las empresas (14).

4.- ESTRATEGIA DE I+D: FUNCION EN LA EMPRESA.

En paralelo con el ascenso en la importancia de los fondos dedicados a I+D y las exigencia de unos mercados cada vez más competitivos, se ha producido una revalorización del papel estratégico de las actividades de I+D.

Los argumentos que sostienen esta propuesta, se agrupan en torno a tres grandes ejes:

A) Economía productiva de la empresa.

B) Economía financiera de la empresa.

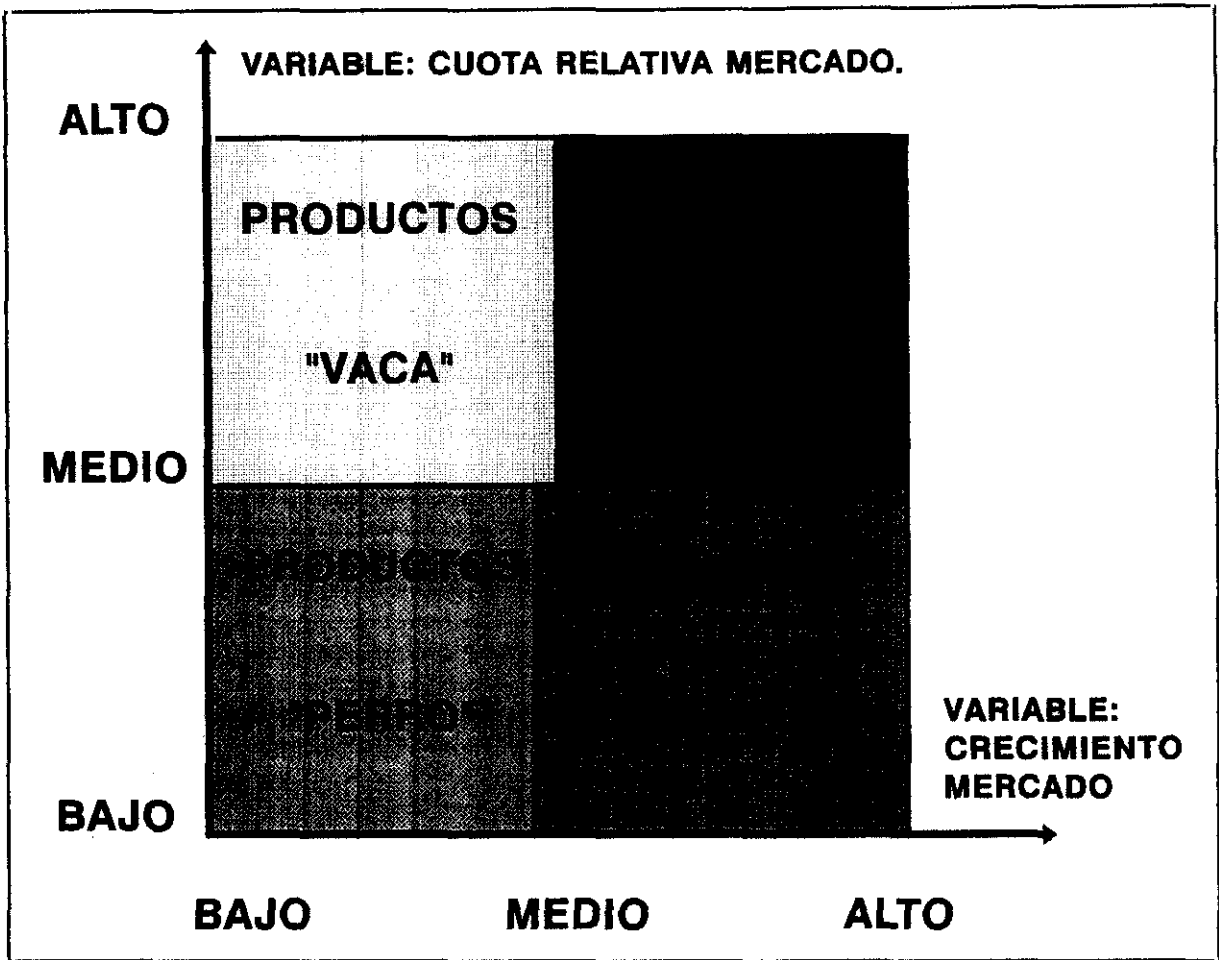
C) Ordenación de la estrategia de I+D en el interior de la empresa.

En cada una de estas tres categorías se experimenta una circunstancia propia y particular que requiere un tratamiento diferenciado.

4.1.- Relaciones entre la economía productiva y la estrategia de I+D en una empresa.

Desde mediados de la década de los setenta, se han empleado con cierta profusión las denominadas "matrices de decisión", como medio de explicar y representar diferentes estrategias empresariales (15). Reconociendo el alto poder de comunicación de estas herramientas, (aunque no exento de limitaciones como cualquier otro modelo económico) hemos empleado la conocida matriz; *cuota relativa de mercado Vs. crecimiento del mismo* diseñada por el BOSTON CONSULTING GROUP como base a nuestro análisis.

En esencia, este modelo (representado en el cuadro n°2.2) consta de: (16)



Cuadro n°2.2.-"Matriz B.C.G: Cuota relativa mercado Vs. crecimiento."

A) Variables:

A.1) Ordenadas: Cuota relativa de mercado.
Definida como el ratio formado por las ventas de productos (numerador) y las ventas del principal competidor en el denominador. En consecuencia, sí este ratio, es mayor que 1, seremos líderes del mercado, y sí es inferior, representará en valor absoluto la distancia al liderazgo.

A.2) Abscisas: Crecimiento del mercado.
Representa la tendencia presente del mercado. Por

razones de simplificación, únicamente consideramos dos situaciones límites; crecimiento del mercado alto o bajo, dejando para discusiones futuras los casos intermedios.

Con esta simplificación, el aspecto de más difícil evaluación es separar las frontera entre lo que se considera alto o bajo crecimiento. En este sentido, proponemos la comparación con la evaluación del P.I.B. (17) de tal forma que todos aquellos mercados con una tasa de crecimiento superior al P.I.B. se considerarán de crecimiento alto y al contrario para los que soporten un crecimiento inferior.

B) Cuadrantes: Formados por las intersecciones de los ejes de la variables, cada uno representa una categoría de producto diferenciada, con sus propias particularidades y una estrategia resultante en relación con esta diferenciación. Como muestra el cuadro n° 2.2 son los siguientes:

B.1) Productos "VACA": (Alta cuota relativa - Bajo crecimiento).

Son productos generadores netos de caja porque tienen un alto margen de beneficios y no requieren grandes inversiones.

B.2) Productos "ESTRELLA": (Alta cuota relativa - Alto crecimiento).

Están en una posición neutra en cuanto a la generación de caja se refiere. Con altos márgenes, la exigencia de fuertes inversiones, merma la aportación de liquidez. La maduración del mercado con el tiempo, los convertirá en "productos vaca" si resisten los ataques de la competencia.

B.3) Productos "PERRO": (Baja cuota relativa - Bajo crecimiento)

Son "productos vegetativos; no proporcionan altos márgenes, ni requieren grandes inversiones que drenen la liquidez.

B.4) Productos "INCOGNITA": (Baja cuota relativa - Alto crecimiento).

Son "productos indeterminados" en cuanto actualmente no aportan flujos de caja positivos pero según la política de la empresa, podrán exigir fuertes inversiones (para acabar siendo los productos vaca del futuro) o no (entonces terminarán como productos perro).

Conocido el marco general del modelo, y a pesar de su excesiva simplificación y sus consecuentes limitaciones, desde una perspectiva de I+D, nos puede conducir a interesantes conclusiones.

Centrándonos en las variables definidas, podemos precisar el papel estratégico de I+D para mejorar las posiciones de la empresa.

Con respecto a la cuota relativa de mercado, debemos distinguir dos supuestos de partida:

A) Sí partimos de una posición de liderazgo. En este caso, las actividades de I+D deben procurar incorporar en la nueva generación de productos las mejoras de las prestaciones y la incorporación de nuevas para el mantenimiento de esa posición en perjuicio de la competencia. Se trata pues de una "posición de alerta tecnológica" que permita adelantarse a los competidores y en reaccionar rápidamente a ellos cuando se nos han adelantado.

B) Sí partimos de una posición diferente al liderazgo pero tenemos la intención de alcanzarlo. Aquí, el esfuerzo de

I+D debe centrarse en una mejora y rediseño de los productos existentes para reducir las distancias y una aceleración del período de maduración de I+D para poder ser competitivo. La forma de hacerlo dependerá de su estrategia y vocación de I+D (18).

Para la variable crecimiento del mercado, el planteamiento debe centrarse en aquellas actuaciones que en el ámbito de I+D nos permitan pasar de una situación de maduración o saturación del mercado a una de crecimiento. Este cambio sólo es posible si la empresa adopta una de estas tres alternativas:

- A) "Robar" cuota del mercado a los competidores.
- B) Búsqueda de nuevos mercados geográficos y/o nichos de los existentes.
- C) Romper el equilibrio tecnológico que genera la maduración del sector o mercado.

Estratégicamente, I+D debe actuar en la primera opción siguiendo las mismas pautas expuestas para la variable cuota relativa de mercado porque se trata de un problema similar.

Para la segunda alternativa, I+D debe permitir el suficiente grado de personalización (a las preferencias particulares de grupos de consumidores compactos y todavía no satisfechos completamente por la oferta) y de adaptación (a regulaciones técnicas, condiciones sociales y ambientales, etc.) de los productos y procesos para romper esos otros mercados a descubrir.

La tercera vía, es la más difícil, arriesgada y rentable de todas. Esta reservada a aquellos competidores de un mercado que reúnan determinadas características de tamaño, sector de actuación, etc. En este caso, I+D es el núcleo de la estrategia empresarial y permitirá crear un nuevo mercado o los nuevos parámetros competitivos del actual.

Con todo estos datos, cualitativamente es posible estimar la aportación de la función de I+D a la economía productiva de la empresa en términos de ratios entre los cuales destacaríamos:

A) % Variación de las ventas para un mismo nivel de activos.

B) % Márgenes de explotación.

C) % Variación del "apalancamiento operativo". Entendido como "el efecto que produce la estructura de costes sobre los resultados de la empresa. Se refiere a la incidencia producida por los Costes Fijos de la Empresa que da lugar, en el conjunto de sus operaciones, a un efecto expansivo sobre el resultado de la firma" (19).

El empleo de la evolución de estos indicadores como medida del posible éxito de las actividades de I+D debe realizarse con mucha prudencia pues están "viciados" de un importante desfase temporal desde la idea inicial hasta la obtención resultados medibles de un proyecto-programa de I+D. Así mismo, la tendencia y evolución de estos ratios no se debe exclusivamente a la función de I+D sino que existen factores externos (coyuntura económica, entrada de nuevos competidores, etc.) e internos (actuaciones comerciales y de marketing por ejemplo) cuya incidencia debe ser tomada en cuenta.

Por último, conviene señalar que cualquier beneficio atribuible a nuevos productos y procesos o la mejora de los existentes en el ámbito de la economía productiva tendrán dos destinos: retenerse en el interior de la empresa o ser trasladados a clientes y accionistas en forma de mejores precios y dividendos respectivamente (20).

4.2.- Relaciones entre la economía financiera y la estrategia de I+D en una empresa.

La contrapartida financiera inmediata a los efectos enunciados en el apartado anterior, es generar unos mayores flujos de caja positivos futuros e inciertos, frente a unas necesidades presentes de mayores inversiones.

Este dilema, cuando se resuelve felizmente porque los proyectos - programas de I+D tienen éxito, suponen un mayor valor de la empresa y no conviene olvidar que el objetivo general de esta es "maximizar la riqueza de sus accionistas, esto es, en maximizar el valor de mercado de sus acciones" (21).

Este más que probable mayor valor de la empresa, en la política de crecimiento, se traduce en dos efectos primarios:

A) Posibilidad de dedicar menos recursos financieros a pago de dividendos. La remuneración de los accionistas vendrá mayoritariamente vía revalorización de sus títulos en el momento en el cual el proyecto-programas de I+D ofrezca resultados vendibles.

B) Incremento del grado de apalancamiento financiero. Al valer más la empresa en principio, sus posibilidades de endeudamiento crecen alterando así su equilibrio entre recursos propios y ajenos.

Otras implicaciones más profundas, pueden encontrarse en la tercera parte de la tesis dedicada a las decisiones de financiación de las actividades de I+D.

4.3.- Integración de la estrategia de I+D en la global de la empresa.

Los resultados expuestos en los dos apartados anteriores son corregidos por lo que podíamos denominar un factor multiplicativo. Este no sería más que el grado de integración de las actividades de I+D en la estrategia global de la compañía. Así de existir una correlación positiva entre los dos el valor

estratégico de la función de I+D se reevaluará, mientras que la proposición inversa, mermará el valor estratégico aludido.

Esta integración en la práctica es difícil de lograr porque intervienen grupos humanos contrapuestos en sus concepciones de la función de I+D. Para nosotros, la importancia de esta correlación (en otros términos; factor correctivo positivo) es tal que previamente a cualquier otra consideración debe cumplirse una adecuación estratégica en los procesos de selección de proyectos - programas de I+D (22).

5.- EFECTOS DE LAS ACTIVIDADES DE I+D SOBRE EL CONJUNTO DE LA ECONOMIA.

Cuando comenzamos el capítulo, reconocimos el trabajo realizado por Schumpeter y Solow en relación con la incidencia de la innovación tecnológica en el contexto de una economía capitalista. Haciendo una abstracción de los resultados expuestos a nivel empresa al conjunto de una economía podemos reconocer una serie de efectos que las actividades de I+D generan en la economía donde se desarrollan y que actualmente están en el pensamiento de la gran mayoría de economistas. Estos efectos son: (23)

5.1.- Efectos sobre el empleo.

"La innovación se da siempre acompañada de una inversión en bienes tangibles, ya sean bienes de capital o de equipo. Esta inversión se transmite a los sectores suministradores en los cuales se produce un aumento de producción, afectando a su vez a sus propios proveedores. De esta forma, el efecto inicial se transmite en cascada a lo largo y ancho del país, actuando sobre toda la economía con un factor multiplicador."

5.2- Efectos sobre la productividad y la competitividad.

"La innovación produce un ahorro de factores de producción

(energía, trabajo, etc.) por unidad de producto, con lo que se produce un aumento de la productividad y una disminución de los costes. Esto, permite, a su vez, una disminución de los precios de los bienes y servicios finales. El aumento de la productividad se traduce en una mayor competitividad que estimula a otras empresas y sectores del país a innovar y a aumentar su propia productividad, todo lo cual revierte en un incremento global de la productividad y de la competitividad del sistema productivo nacional."

5.3.- Efectos sobre la renta y el bienestar.

"El crecimiento y el aumento de la productividad y la competitividad frente a otras naciones produce un aumento de la renta de los residentes del país a través de salarios y beneficios empresariales y a través de un mayor poder adquisitivo. De esta forma añadida, se produce un incremento de la calidad de los productos, lo que redunda en un aumento del bienestar general."

5.4.- Efectos sobre el empleo y los mercados de trabajo.

"La innovación de procesos produce un ahorro inmediato del trabajo necesario por unidad de producto, lo que se interpreta a menudo en el sentido de que las innovaciones crean desempleo. Sin embargo, la reducción de los costes aumenta a su vez la demanda de productos. Si la sensibilidad de la demanda es suficiente, el efecto será un aumento tal de la demanda que se precisará una cantidad superior de trabajo que la que existía en origen con la consiguiente creación neta de empleo.

Lo mismo ocurre con la innovación en productos. Al crearse productos nuevos, se crean nuevas componentes de la demanda y si la demanda de los productos anteriores no se ve demasiado afectada, la demanda agregada aumenta, produciéndose de nuevo una creación neta de empleo.

Un efecto añadido, y ya comentado, que producen los avances tecnológicos son cambios en la estructura productiva que alteran

la distribución de empleos entre sectores. La consecuencia inmediata es que se crean desajustes entre los tipos de empleos necesarios para la nueva estructura productiva y los perfiles de los trabajadores existentes en la nación."

5.5.- Efectos sobre la necesidad de formación.

"Las innovaciones tecnológicas producen la aparición continua de nuevos tipos de trabajos, lo cual genera la necesidad de nuevas cualificaciones y conocimientos. En la actualidad, este fenómeno se está haciendo notar poderosamente en la mayoría de los países. Como resultado de ello, es necesaria una actualización continua de la formación de los empleados durante su vida profesional. De forma añadida, los sistemas educativos se orientan hacia una formación general que permita la adaptación de los futuros trabajadores a los continuos cambios en los contenidos de los puestos de trabajo."

5.6.- Efectos sobre la distribución social.

"Durante la asimilación del progreso técnico, surgen desajustes y efectos de distribución asimétrica en la sociedad que pueden resultar dolorosos. Junto a unos sectores que florecen , se produce la desaparición de otros sectores tradicionales, con sus secuelas para el empleo en las zona de localización, y en la aparición de desigualdades en el acceso a los beneficios derivados de las innovaciones. De ello se deriva la necesidad de que los poderes públicos introduzcan elementos correctores de las desigualdades que se provocan."

La contrastación de todas estas hipótesis, ha sido realizada por el profesor de la Escuela de Negocios de la Universidad de Columbia, Frank R. Lichtenberg (24) quien ha observado la relación existente entre volúmenes de inversión en I+D, las tasas de crecimiento de la productividad y los niveles de vida en 53 países desde 1.960 hasta 1.988. Su conclusión es significativa,

el retorno de las inversiones en I+D excede de aquellas realizadas en activos fijos por un factor de 7 a 1. Por tanto, una unidad monetaria invertida en I+D es siete veces más "potente" para el crecimiento de la productividad y de la renta per cápita, que dedicada a inversiones en activos fijos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 2:

(1).-Las publicaciones de Joseph A. Schumpeter pueden encontrarse en la Bibliografía General de la tesis. Este compendio ha sido elaborado a partir de :

SUAREZ SUAREZ, Andrés S. "Curso de introducción a la economía de empresa". Ediciones Pirámide, S.A. Madrid 1.991. p: 40-41.

BUESA, Mikel y MOLERO, José. "Innovación industrial y dependencia tecnológica de España." Eudema Universidad. Madrid 1.989. p: 17-19.

PAVITT, Keith. "What We Know About the Statagic Manegement of Technology." California MAnagement Review. Primavera 1.990. Vol.32. N°3. p: 18.

BARCELO ROCA, Miquel. "Innovación tecnológica en la industria. Una perspetiva española." BETA Editorial, S.A. Barcelona 1.994. p: 21.

(2).-Las publicaciones de Robert Solow pueden encontrarse en la Bibliografía General. Este compendio ha sido elaborado a partir de:

LICHTENBERG, Frank R. y SIEGEL, Donald. "The Impact of R&D Investement on Productivity - New Evidence Using Linked R&D-LRD Data." Economic Inquiry. Abril 1.991. Vol. XXIX. pp: 203-204.

(3).-Una interesante aproximación a este concepto puede ser encontrada en:

PEREZ-NIEVAS HEREDERO, José Antonio. "La innovación tecnológica propia: Un motor para el crecimiento económico de países como España." Cuadernos COTEC N°1. Fundación COTEC. Madrid 1.993. p: 1 y 10.

(4).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. "Manual de Dirección estratégica de la tecnología." Ariel. Barcelona 1.988. p: 17.

Otra formulación del problema estratégico de una empresa, aparece en el anexo III, punto 4.3.

(5).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. Ob.Cit. p: 18.

(6).-Esta teoría sobre las formas de competitividad se encuentran en:

PORTER, Michael E."Estrategia competitiva". CECSA. México 1.982.

(7).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. Ob.Cit. p: 21.

(8).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. Ob.Cit. p: 21.

(9).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. Ob.Cit. p: 18.

(10).-ALI, Abdul; KALWANI, Mahnohar y KOVENOCK, Dan."Selecting Product Development Project: Pionnering Versus Incremental Estrategies." Management Science. Marzo 1.993. Vol.39. N°3. p:255.

(11).-Esta circunstancia es tratada en el anexo IV, punto 4.3.

(12).-Un resumen de las conclusiones más importantes de ese estudio se puede encontrar en:

"BUSINESS WEEK". Could America Afford the transistor today?. 7 de Marzo de 1.994. N°:3347-677 p:39.

El porcentaje de inversión en I+D aparece en: Standard & Poor's. R&D Scoreboard 1.993. "Business Week". 28 de Junio de 1.993. N°: 3325.

(13).-ALI, Abdul; KALWANI, Mahnohar y KOVENOCK, Dan. Ob.Cit. p:255.

(14).-En este terreno, es necesario tener en cuenta los denominados "recursos complementarios" que se definen en el capítulo 6, punto 8.3.

(15).-Otras matrices son:

VARIABLES	AUTOR
Atractivo Sector Vs Posición competitiva.	Mc Kinsey Company.
Madurez Sector Vs Posición competitiva.	Arthur D. Little.

ESCORSA, Pere. "La gestión de la empresa de alta tecnología." Ariel. Barcelona 1.989. p:51.

(16).-ALFARO DRAKE, Tomás."El marketing como arma competitiva." Mc Graw-Hill. Madrid. 1.992. pp: 293 - ss.

(17).-En el capítulo 3, pregunta 3 se insiste en este criterio.

(18).-Ver pregunta 7 del capítulo 3.

(19).-COSTA RAN, Luis y FONT VILALTA, Montserrat."Nuevos

instrumentos financieros para el empresario europeo". ESIC Editorial. Madrid 1.990. p:72.

(20).-Un complemento aparece en el anexo IV, punto 5.1 dedicado al ciclo de vida de los productos.

(21).-SUAREZ SUAREZ, Andrés S. Ob.Cit. p: 462.

(22).-Consultar el capítulo 15, pregunta 7.1.

(23).-ESTUDIOS COTEC N°2. "Conceptos básicos de referencia para el estudio de la innovación tecnológica." Fundación COTEC para la innovación tecnológica. Madrid 1.993. pp: 17 - 21.

(24).-La existencia de este estudio proviene de información facilitada en:

"BUSINESS WEEK". *Economic Trends*. 16 de Noviembre de 1.992. p: 26.

CAPITULO 3: Factores condicionantes de las decisiones de inversión y financiación de I+D.

1.-PRESENTACION. (1)

Los agentes económicos individualmente considerados, no tienen plena capacidad de decisión sobre cuanto, cuando y como destinar sus recursos a la función de I+D. Para afrontar sus objetivos estratégicos, deben considerar unas series de restricciones provenientes desde el entorno exterior, su propia organización, etc. que limitan su libertad de acción en el terreno de las actividades de I+D en términos cualitativos y cuantitativos.

El objeto del presente capítulo, es identificar y analizar la naturaleza e incidencia de los mencionados factores. A continuación se exponen los más importantes a nuestro juicio.

2.- PRIMER FACTOR: SECTOR DE LA ACTIVIDAD EMPRESARIAL.

En el cuadro nº3.1 hemos resumido las magnitudes sectoriales relacionadas con las inversiones en I+D. Estos datos corresponden a empresas norteamericanas para el ejercicio 1.994 (2).

Ante estas cifras, conviene precisar las grandes diferencias existentes entre los diversos subsectores integrantes de un sector que quedan enmascaradas en su agregación. Por tanto, se llega a interpretaciones equivocadas porque las medias estimadas muchas veces, se forman de datos que entre sí guardan una gran dispersión.

Por ejemplo, si nos referimos al sector que hemos denominado Informática y lo desagregamos en los resultados propiciados por sus diferentes subsectores nos encontramos con los datos mostrados en el cuadro nº 3.2. para la misma muestra de empresas.

Cuadro n°3.1.- Inversión en I+D por sectores.			
SECTOR PRODUCTIVO	GASTO I+D millones \$	% GASTO I+D sobre VTA.	% GASTO I+D sobre BFCIO
AEROESPACIAL	3.969,2	4,2	73,3
AUTOMOVIL	15.255,5	3,8	53,6
QUIMICO	4.973,5	3,7	35,3
PRODUCTOS CONSUMO	2.588,0	1,5	12,5
ELECTRONICA	9.602,7	5,7	50,4
ALIMENTACION	684,9	0,8	10,7
PETROLEO	2.405,8	0,7	10,2
INSTR. MEDICA	13.476,0	9,8	51,6
MANUFACTURAS	4.567,6	2,8	32,6
SIDERURGIA	385,8	0,7	16,0
INFORMATICA	16.746,3	7,1	93,2
PAPEL	548,1	1,0	15,1
SERVICIOS	213,9	1,3	27,7
COMUNICACIONES	4.099,0	3,3	26,7

Esta amplitud de desviación estadística "subsectorial", hace presuponer una serie de conclusiones:

A) Concepto de "umbral mínimo de I+D": Las oscilaciones detectadas sector a sector, nos permite adivinar la presencia de unos niveles mínimos y necesarios de inversión en I+D en términos absoluto (cifra de dinero invertido) y relativo (porcentajes), para garantizar el papel estratégico de I+D en una empresa (3).

Cuando estos niveles no se logran se ofrecen dos

alternativas a saber:

Cuadro n°3.2.- Inversión en I+D en el sector de la informática desglosado por subsectores.			
SECTOR/SUBSECTOR	GASTOS I+D millones \$	% GASTO I+D sobre VTA.	% GASTO I+D sobre BFCIO
TOTAL INFORMATICA	16.746,3	7,1	93,2
EQUIPOS DE OFICINA	306,5	2,9	25,7
COMUNICACIONES POR ORDENADOR	637,9	10,9	55,7
FABRICACION DE ORDENADORES	9.787,1	6,5	118,2
PROCESO DE DATOS	294,2	6,0	41,0
LECTORES MAGNETICOS	1.079,5	6,7	139,2
SISTEMAS PERIFERICOS	1.060,2	5,4	66,5
SOFTWARE	3.218,1	14,1	78,6
DISEÑO SISTEMAS	362,9	9,3	264,0

A.1) Si la escasez de recursos es en términos absolutos, se propicia toda clase de asociacionismo entre compañías como se verá en la tercera parte de la tesis.

A.2) Para déficit en términos relativos, se produce

una reconversión del afectado hacia posiciones menos innovadoras donde probablemente compatibilizará la condición de licenciatario de tecnologías ajenas con el desarrollo de las propias pero de menor envergadura (4).

B) Clasificación de empresas: En función de la forma con que las industrias adquieren y configuran su función de I+D en relación con los patrones de competitividad de su sector, la Universidad de Sussex propone (5) su clasificación en cuatro grandes apartados como se muestra en el cuadro nº 3.3.

La limitación más evidente de esta clasificación es su tremenda heterogeneidad al agrupar productos y sectores muy dispares. A cambio, tiene el valor de:

B.1) Relacionar el volumen de inversiones en I+D con el entorno competitivo donde se ejecutan. De esta forma, adquieren su verdadera importancia y significado.

B.2) Manifestar las interdependencias tecnológicas en la evolución de las condiciones de competitividad de las empresas.

Estas implicaciones obliga a las empresas interesadas en desarrollar actividades de I+D a planificar estas en términos de "umbral mínimo" y categoría sectorial, pues sin estas consideraciones previas, será difícil aprovechar todo el potencial de este tipo de inversiones. Otras manifestaciones de esta diferenciación sectorial, son la incidencia de las ayudas públicas (6) y por último, la conducta de los mercados financieros (7).

3.- SEGUNDO FACTOR: CONCENTRACION Y SITUACION DEL MERCADO.

Cuadro n° 3.3.- Clasificación sectorial por la forma que adquiere la función de I+D.

	INDUSTRIAS BASADAS EN EL CONOCIMIENTO CIENTIFICO.	INDUSTRIAS BASADAS EN LAS ECONOMIAS DE ESCALA.	INDUSTRIAS INTENSIVAS EN INFORMACION.	PROVEEDORES ESPECIALIZADOS.
FUENTE TECNOLÓGICA.	- Departamento de I+D. - Laboratorios.	- Departamento de Producción. - Departamento de Ingeniería. - Proveedores especializados.	- Departamento Procesos de Datos. - Proveedores especializados.	- Grandes usuarios. - Pequeñas firmas de diseño.
APLICACIONES.	- Nuevos productos. - Nuevas utilidades y atributos. - Ingeniería. - Innovaciones aplicables a otros sectores.	- Mejora de eficiencia en la producción. - Productos relacionados. - Procesos productivos más complejos.	- Mejora de la eficiencia de los procesos de información. - Procesos más complejos. - Productos relacionados.	- Productos personalizados. - Productos especializados. - Diversificación de la oferta (economía de finalidad).
SECTORES.	- Químico. - Electrónico. - Farmacéutico. - Aeroespacial.	- Materiales básicos. - Bienes de consumo duradero. - Automóvil. - Caucho. - Siderurgia.	- Servicios financieros. - Venta al por menor.	- Instrumentos de precisión. - Software. - Química especializada. - Máquina herramienta.
PROBLEMAS ESTRATEGICOS.	- Recursos complementarios. - Integración para explotar sinergias. - Recursos financieros a largo plazo. - Gran volumen de inversión en I+D. - Competitividad basada en I+D.	- Seleccionar y lograr un equilibrio entre desarrollos propios y conjuntos. - Fusión con tecnologías de rápido crecimiento. - Explotar oportunidades de nuevos productos. - Encontrar recursos financieros a largo plazo. - Alta intensidad en inversiones en capital. - Complejidad técnico-organizativa. - Competitividad oligopolística con presencia de economías de escala.	- Unir oportunidad tecnológica con el perfil del usuario. - Absorber la experiencia proporcionada por clientes. - Encontrar nichos estables de nuevos productos. - Dimensión de la empresa mediana o pequeña. - Limitar la capacidad de innovación a fines incrementales.	

De forma conjunta con el factor dimensión de la empresa, los sectores de la actividad empresarial alcanzan su verdadera significación cuando se analiza el grado de concentración y la coyuntura del mercado.

Cuando el poder del mercado se concentra en pocos agentes económicos, las barreras de entrada, el grado de apropiación de innovaciones ajenas y la velocidad de reacción ante estas, se alzan como protectores de aquellos que tienen unas mayores cuotas de mercado. Por otro lado, esta situación genera varias oportunidades para las empresas con menor cuota o presencia testimonial en el mercado porque este puede ser descompuesto en nichos de mercado lo suficientemente reducidos para no interesar a las empresas grandes del sector pero sí atractivos para ejecutar proyectos y programas de I+D para las de menor participación.

Aparte del hecho de los nichos de mercado como origen de proyectos y programas de I+D, se han argumentado (8) dos razones más por las cuales un sector con un alto grado de concentración puede favorecer a las actividades de I+D:

A) Hay unos recursos para llevarlos a cabo (proyectos y programas de I+D) en el sentido que los beneficios extraordinarios permiten una mayor disponibilidad de medios destinados a actividad de I+D.

B) Hay más posibilidades de llevar adelante una protección de las innovaciones conseguidas por la posesión de mayores recursos jurídicos o por las barreras de entradas inherentes a la concentración. De hecho los sectores concentrados se traducen básicamente en la existencia de empresas monopolísticas (9).

Adicionalmente, la situación coyuntural presente y prevista definirá el volumen y composición de las inversiones en I+D. En este sentido es posible identificar tres grandes escenarios:

A) Mercados maduros o en recesión: El volumen de fondos se desplaza hacia actuaciones de tipo publicitario o promocional, dejando a la inversión en I+D una cuantía de fondos residual y principalmente centrada en innovaciones en procesos de producción que mejoren los márgenes (10).

B) Mercados en crecimiento: Absorben un gran volumen de inversión en I+D (generalmente en innovaciones en productos). Esta situación se mantendrá siempre y cuando "el crecimiento de la demanda no pueda ser absorbido por el incremento mecánico de la capacidad de producción" (11).

C) Mercados de nueva creación: La aparición de una nueva tecnología crea un nuevo mercado o segmento de él, se produce un fenómeno de "canibalización" del mismo. Grandes empresas atraídas por el potencial de crecimiento y PYMES buscando posibles nichos acuden en masa. Este fenómeno es indiferente del génesis del nuevo mercado, es decir, si una PYME encuentra un nicho que posteriormente se amplía hasta configurar un nuevo mercado, o si una multinacional crea el nuevo mercado que se descompondrá en nichos para las PYMES.

A medida que se estabiliza, se produce una selección natural, desapareciendo o quedando obsoletos la gran mayoría del esfuerzo inversor realizado en I+D.

Planificar correctamente las decisiones de inversión y financiación en I+D exigirá considerar estos dos fenómenos (concentración y coyuntura del mercado), mediante su materialización en dos medidas:

A) Ratio de concentración de las cuatro empresas mayores (12). Representa de forma comparada el volumen de ventas de las cuatro mayores empresas del sector con el total del mismo.

En nuestra opinión, este ratio representa de forma objetiva

e inmediata el grado de concentración del sector siendo superior por estas dos cualidades a posibles estudios de prácticas monopolísticas u oligopolísticas en el mercado objeto de análisis.

B) Tasas anuales de crecimiento de un mercado. Consideradas en términos absolutos y relativos así como en su dimensión histórica y puntual, ofrecen una visión bastante aproximada de las posibilidades que ofrecen los mercados a la inversiones de I+D. Esta afirmación dejará de ser cierta cuando se rompa el equilibrio tecnológico del sector porque se sentarán nuevas bases para la competencia.

Comparando con los datos macroeconómicos, por ejemplo el crecimiento anual del P.I.B, obtendríamos los criterios de clasificación del mercado:

B.1) Sí la tasa de crecimiento del mercado es superior a la del P.I.B. nos encontraremos ante un mercado en crecimiento.

B.2) Sí la tasa de crecimiento del mercado es inferior a la del P.I.B. se trata de un mercado maduro o en recesión (dependerá de una interpretación de los valores absolutos).

B.3) Sí la tasa de crecimiento del mercado es superior a la del P.I.B. y además la serie histórica de datos del sector es limitada, nos referiremos al mercado como de nueva creación (13).

A modo de última consideración, es necesario analizar en profundidad las razones que propician un alto grado de concentración de un mercado porque se pueden hallar intervenciones del Sector Público (consultar la pregunta 6 de este mismo capítulo) de corte proteccionista de un sector, lo cual puede desincentivar las inversiones en I+D.

4.- TERCER FACTOR: TAMAÑO DE LA EMPRESA.

Desde los primeros trabajos de Schumpeter, (ver bibliografía general y el punto 1.1 del capítulo previo) este condicionante ha sido considerado como crucial en los intentos de explicar el funcionamiento de las decisiones relativas a I+D. Se puede por tanto hablar de dos grandes modelos de inversión en I+D: (14)

4.1.- La función de I+D en las PYMES.

Su atributo clave es la capacidad de unir posibilidades de una tecnología con las exigencias y necesidades de los clientes. Así, se especializan en determinadas tecnologías y en el desarrollo de productos "a medida".

Estratégicamente hablando, buscan un nicho de mercado y se mantienen en él a través de su propia experiencia. El ejemplo más característico de este modelo es la industria del software donde las empresas son auténticas especialistas en diferentes subsectores como pueden ser las redes, programas de comunicaciones, aplicaciones específicas, etc.

Lo limitado de los recursos disponibles para ejecutar proyectos y programas de I+D, lleva a calificar a este modelo como de "gran apuesta" (15). Al ser imposible el desarrollar más que unas de las alternativas disponibles en I+D todos los recursos se concentran en una única inversión (no existe el concepto cartera de I+D). Los puntos fuertes de este modelo han sido expuesto como sigue: (16)

- A) Orientación a las necesidades.
- B) Experiencia y apasionamiento.
- C) Fijación de horizontes a largo plazo.
- D) Bajos costes iniciales.

E) Planteamientos múltiples.

F) Flexibilidad y rapidez.

G) Existencia de incentivos.

4.2.- La función I+D en las grandes empresas.

Tienen un amplio frente de intereses en I+D como consecuencia de su estructura divisional. Sus atributos claves residen, dependiendo del caso, en sus laboratorios de I+D, en el diseño de complejos procesos de producción, o en tecnologías de tratamiento de datos.

Al contrario del caso anterior, se planifican y desarrollan innumerables proyectos y programas de I+D simultáneamente en diferentes áreas tecnológicas apareciendo con fuerza el concepto de cartera de I+D.

Al sacrificar flexibilidad por eficiencia se pueden citar una serie de efectos nocivos detectados en este planteamiento de I+D en gran empresa: (17)

A) Aislamiento de la función de I+D de la alta dirección.

B) Intolerancia con los profesionales apasionados.

C) Prácticas contables exigentemente rígidas,

D) Racionalismo excesivo.

E) Excesiva burocracia.

F) Incentivos inadecuados.

Ninguno de estos dos modelos es el óptimo. Sin embargo, se hace necesario señalar el fenómeno de imitación de las condiciones de

trabajo de las PYMES por parte de la gran empresa. La finalidad de esta actuación es el incremento de la productividad y subsanar los defectos de la I+D de gran empresa. Esta simulación se generalizó en la década de los ochenta con diversas experiencias en compañías americanas (18).

Por el contrario, las PYMES únicamente pueden actuar como las de mayor dimensión cuando se verifiquen dos premisas; éxito en sus innovaciones y eficiencia en los mercados de capitales para acompañar el desarrollo posterior.

5.- CUARTO FACTOR: SISTEMA NACIONAL DE INNOVACION (I) .

"Por sistema nacional de innovación se entiende no sólo las organizaciones concebidas para desarrollar actividades encaminadas a la innovación como es el caso de los laboratorios de I+D, sino también todos los factores interrelacionados de un país constitutivos de un entorno que selecciona, promueve y difunde la innovación" (19).

Con esta rúbrica, nos referimos más concretamente a los siguientes componentes (que pueden clasificarse en institucionales y estructurales): (20)

5.1.- Organización interna de las empresas:

"Múltiples estudios han demostrado que la organización del flujo de información en el interior de las empresas es un factor que influye en su proceso de innovación. A título de ejemplo, son importantes en este sentido la comunicación y la interacción entre los departamentos de compras, I+D, fabricación y ventas."

5.2.- Relaciones entre empresas:

"Las relaciones de mercado no son anónimas y puras, y dichos mercados no sólo envían información sobre precios y cantidades.

La mayoría de los mercados implican un intercambio de información cualitativa y en algunos casos se produce incluso una cooperación directa entre usuarios y productores en el proceso de innovación. Los mercados se organizan a menudo para incorporar relaciones estables y duraderas entre, por ejemplo, usuarios y productores. Además, en algunas industrias, especialmente las que son intensivas en conocimientos y que producen a pequeña escala, se desarrollan otros tipos de cooperación entre empresas que incluyen el intercambio de conocimientos técnicos en redes informales ("net working").

5.3.- El sistema de I+D: (considerado en su conjunto)

"El establecimiento en las grandes empresas de departamento de I+D "interno" se considera a menudo como una de las más importantes innovaciones institucionales que se hayan producido para estimular el cambio tecnológico. Esta innovación ha contribuido a aproximar los cambios técnicos y la actividad científica, haciéndolos interdependientes, y acelerando con ello, en muchos casos, el proceso de innovación. La importancia de los departamentos de I+D en las empresas, de las organizaciones de I+D independientes, y de las instituciones dedicadas a la investigación fundamental, es tan conocida y aceptada que a menudo se identifica el sistema de I+D con el sistema de innovación en su conjunto."

5.4.- Las relaciones entre el sistema financiero y el de producción.

"Como frecuentemente transcurre un período considerable de tiempo entre las primeras fases de un proceso de innovación y la obtención, finalmente, de beneficios, la financiación de las actividades de innovación adquiere importancia. En relación con la innovación existen, por un lado, proyectos que buscan dinero (barato) y, por otro, dinero que busca proyectos (rentables). Ello confiere importancia, para el proceso de innovación, a las relaciones entre los sectores financiero y real de la economía.

El carácter de estas relaciones difiere considerablemente de un país a otro en lo que respecta a la evaluación de proyectos, la cobertura de los riesgos, el horizonte temporal, etc.". (Esta cita, nos introduce en la tercera parte de la tesis).

5.5.- Factores culturales e ideologías nacionales.

"La cultura es lo que hace que las sociedades con un mismo tipo de sistema económico difieran entre sí y los sistemas culturales se rigen por reglas que se aplican a la producción y la innovación: ¿quién tiene potestad para decidir y el qué?; ¿qué remuneraciones cabe esperar de las distintas clases de trabajos?; ¿qué labor creativa y qué tipos de comunicación y de cooperación cabe esperar de las distintas situaciones?, etc. Sería imposible dar respuesta a dichas cuestiones y las incertidumbres adquirirían proporciones incontrolables si la producción no estuviese sólidamente basada en reglas y en una cultura común. En la misma medida en que podemos identificar culturas nacionales, podemos esperar diferencias en la producción y en la innovación. Aún cuando la empresa moderna se considera una institución, lo que parece a primera vista común a todos los países industrializados, muchas reglas que afectan a la innovación difieren entre países."

5.6.- La estructura productiva y la distribución del tamaño de las empresas.

"La estructura de producción influye porque las posibilidades técnicas, debido a múltiples razones, alguna de ellas mencionadas, difieren entre ramas y sectores. También es importante la distribución del tamaño de las empresas (como ya hemos visto en la pregunta anterior) porque la comunicación e interacción no es la misma para las PYMES que para las grandes empresas transnacionales."

6.- QUINTO FACTOR: SISTEMA NACIONAL DE INNOVACION (II): PARTICIPACION DEL SECTOR PUBLICO.

El panorama anterior estaría incompleto si no se considera la actividad del Poder Público. La importante presencia, tanto directa como indirecta, de las diferentes Administraciones Públicas, configura un escenario propio que necesita ser tratado de forma individualizada del resto de componentes de un sistema nacional de innovación.

Para comenzar, es necesario citar que la actividad de I+D pública es superior al 30% del total en las economías desarrolladas (excepto Japón) (21). Esta fuerte presencia estatal, es justificada desde una perspectiva normativa de la Hacienda Pública como fruto de una serie de "fallos" de la economía de mercado (22). Precisar el significado de esta ineficacia de los mecanismos de asignación capitalistas supone en primer lugar que los agentes privados participantes en actuaciones de I+D no consideran los beneficios sociales derivados de sus inversiones, con lo cual existe un desfase a cubrir por el sector público (23).

Reforzando la tesis anterior, la política económica fija objetivos como "potenciar el desarrollo de nuevos productos, crecimiento económico, competitividad en mercados mundiales (...)" (24), y "alcanzar un nivel de empleo, conseguir una estabilidad de precios aceptables y un equilibrio razonable de la balanza de pagos y lograr una tasa positiva de crecimiento económico (...)" (25), "(para) enfrentarse a la necesidad social de mejorar la calidad de vida" (26).

El cumplimiento razonable de estos objetivos de la política económica, hace inevitable un intervencionismo importante en actividades de I+D por parte del Poder Público. Así en este ámbito, es necesario recordar los efectos de las actividades de I+D sobre el conjunto de la economía (27).

Estas dos argumentos fundamentales de la justificación de la presencia del sector público en las actividades de I+D, son complementados por otros, que podemos considerar argumentos de

orden menor:

6.1.- Regulaciones específicas.

La protección de los derechos legítimos de propiedad de los resultados de las actividades de I+D protagonizados por los agentes privados, requiere el concurso público. Además, puede imponer normas y reglamentos con el objeto de hacer más eficaz el sistema nacional de innovación o en defensa de los intereses nacionales (por ejemplo, limitaciones a la exportación de tecnología de doble uso; civil o militar).

6.2.- Ejecución de las funciones que le son propias.

La asunción en exclusiva de ciertas competencias por el sector público como son la defensa nacional o determinados proyectos y programas de elevado coste, duración, complejidad o riesgo (carrera espacial, por ejemplo) exigen, por la evidente incapacidad económico - financiera de la iniciativa privada, la dedicación de fondos públicos. En este punto se ejerce un incremento en la demanda agregada de la economía con el consiguiente efecto de arrastre inducido a los agentes económicos privados.

6.3.- Demanda por parte de agentes privados.

Tradicionalmente el objetivo de la I+D institucional ha sido la investigación fundamental. Los resultados de esta, en un planteamiento casi idílico, son empleados por el sector privado de la economía como auténticos INPUTS de sus respectivos sistemas de I+D.

6.4.- Necesidad propia.

Tanto las empresas públicas como otros organismos de igual naturaleza y asimilables con ellas, tienen planteados los mismos retos de competitividad, innovación, etc. que el resto de los

competidores privados. Por tanto, si no quieren verse desplazadas del mercado, deben realizar actividades de I+D bajo las mismas pautas que el resto de agentes.

6.5.- Interés común.

Con esta genérica expresión, nos referimos a determinados "fallos" del mercado de envergadura menor. En concreto, estamos haciendo mención a las políticas regionales, sectoriales, etc. Su instrumentalización a nivel de I+D se realiza atendiendo a criterios de dinamización económica de una zona geográfica o sector de producción.

El efecto que se logra es conocido en inglés con la expresión "spillover" que traduciremos como efectos inducidos, con el que queremos destacar como se produce un trasvase de beneficios al resto de la región (mediante la creación de industrias auxiliares, por ejemplo) o sector (mediante la incorporación de procesos o productos revitalizadores del tejido industrial).

Dentro de este panorama general, se produce una transferencia de recursos (financieros de forma mayoritaria) y conocimientos, de los cuales se beneficia el conjunto de la economía. A cambio, los agentes privados deben someterse a una cierta dependencia y especialización que bajo ciertas condiciones (se podría citar un época de restricciones presupuestarias) pueden suponer un riesgo importante para el futuro de las actividades de I+D del agente privado afectado (28).

7.- SEXTO FACTOR: ESTRATEGIA EMPRESARIAL CON RESPECTO A LA INNOVACION.

Frente a todos los elementos anteriores que podemos considerar exógenos a la empresa (a excepción de algún factor integrante del sistema nacional de innovación) y por consiguiente con reducido o nulo margen de maniobra para alterar su evolución, las organizaciones si pueden definir su estrategia de I+D. Es decir,

pueden planificar, decidir y ejecutar "la forma de comportarse en el mercado a partir de las posibilidades de la innovación" (29). Las posibilidades en este sentido responden o a una, o a la combinación de las seis alternativas disponibles e ideales siguientes: (30)

7.1.- Estrategia innovadora ofensiva.

Con ella se pretende conseguir la supremacía tecnológica en el mercado mediante la comercialización permanente de nuevos productos. Se basa, para lograrlo, en una combinación de:

- A) Identificación de nuevas necesidades (reales o presumibles) del mercado.
- B) Una gran eficacia (principalmente en lo referido al aprovechamiento de recurso y en el tiempo, y éxito comercial) de su actividad de I+D.
- C) Comunicación y coordinación entre Dirección General, Marketing, Producción e I+D.
- D) Iniciativa empresarial.

Pese a ello, los riesgos que se asumen en esta estrategia no son en absoluto despreciables. En especial, destaca el riesgo de transmitir o compartir los beneficios derivados de una innovación con competidores imitadores y seguidores (31). Esta posibilidad, añade en, el contexto de I+D, un nuevo valor a conceptos como eficacia de los regímenes de propiedad, recursos complementarios, alianzas estratégicas, etc. a tratar en futuros capítulos (32).

Por todo lo dicho, podemos concluir que este tipo de estrategia es cara y arriesgada, por lo cual se está promoviendo a nivel internacional inclusive un asociacionismo para compartir riesgos y costes dentro de un común interés estratégico.

7.2.- Estrategia innovadora defensiva.

Consiste en seguir la estela de las empresas del grupo anterior, sin retraso pero sin ser los primeros. Con ello, se pretende evitar los riesgos inherentes a ser generadores de innovaciones, corregir fallos detectados en otros y en aprovechar las ventajas y experiencias que se pudieran tener en otras áreas como el Marketing, Finanzas, Producción, etc.

Es habitual entre empresas con una cuota de mercado importante que les otorgue un cierto poder oligopolístico con el cual realizar una I+D imitativa de los éxitos de los pioneros (nunca de los fracasos) adaptados al gran mercado. El ejemplo por excelencia de esta concepción de I+D es la multinacional americana I.B.M.

7.3.- Estrategia imitativa.

Esta estrategia es seguida por empresas con un grado de innovación mínimo pero que resultan competitivas porque poseen un mercado cautivo y/o protegido con menores costes de mano de obra (o de otro factor clave del proceso productivo), o una gran eficacia directiva (33).

7.4.- Estrategia oportunista.

Parte de analizar el punto más débil del competidor para iniciar ahí la correspondiente actividad de I+D si su posicionamiento se lo permite.

El fin último de esta estrategia puede ser, o de introducción en un mercado, o para satisfacer necesidades de un segmento escogido de la demanda (nicho de mercado) con una tecnología que domina.

Una práctica habitual en esta estrategia es afrontar en primera instancia el "flanco" del mercado para una vez cogida la experiencia necesaria, pasar al núcleo. Así, Japón entró en el

mercado de los ciclomotores (flanco) para posteriormente dominar el de motocicletas (núcleo).

7.5.- Estrategia dependiente.

Es aquella seguida por empresas con un alto grado de concentración de sus ventas o de control de su capital con fines competitivos. Es la forma características de las PYMES cuya I+D debe plegarse a las condiciones impuestas por sus clientes o capitalistas de mayor tamaño. Estos últimos ganan en flexibilidad ante oscilaciones en la demanda de sus productos que transmiten hacia atrás hacia sus proveedores.

7.6.- Estrategia tradicional.

Es la realizada por las empresas artesanales cuyos productos permanecen inalterables en el tiempo salvo algunos retoques de diseño. Es una estrategia no innovadora y sus inversiones en I+D se concentran en la adopción de innovaciones en productos disponibles por igual para toda la industria.

A nivel cualitativo, la adscripción a uno o a varios de estos comportamientos estratégicos, supone una orientación de la inversión en I+D para reforzar las ventajas competitivas globales de la empresa en costes o en diferenciación de productos según el esquema propuesto por el profesor Porter (34).

8.- OTROS FACTORES Y CONCLUSION DE LA PRIMERA PARTE DE LA TESIS.

Aunque en una valoración inicial pudiera parecer que existen otros parámetros dignos de haber sido incluidos en este capítulo, creemos haber identificado a la gran mayoría de factores claves de las decisiones de inversión y financiación de I+D.

El resto de parámetros, sin despreciar su importancia, pueden ser catalogados como potenciadores o reductores de la actividad de

I+D. Entre los primeros podemos citar las economías de ubicación (Parques tecnológicos, etc.), un perfil de ejecutivo con formación técnica universitaria, etc. En el caso de los reductores se nos ocurre la consideración familiar del capital de la empresa, clientela con menor cultura tecnológica, etc.

Como se puede deducir de los ejemplos expuestos, estos potenciadores o reductores comparten una doble condición; pueden ser externos o internos a la empresa.

Hecha esta precisión, creemos que este capítulo que cierra la primera parte de la tesis, colabora y prepara el terreno para poder centrarnos en lo que hemos denominado nuestra "unidad de trabajo": los proyectos y programas de I+D.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 3:

(1).-Una primera versión de este capítulo fue publicada en:

GUIITIAN FERNANDEZ DE CORDOBA, Rafael. "Factores condicionantes de las decisiones de inversión y financiación en I+D (Primera parte)." Actualidad Financiera. 26 Diciembre 1.994 - 1 Enero 1.995. N°: 48. pp: I-1225 - I-1234.

GUIITIAN FERNANDEZ DE CORDOBA, Rafael. "Factores condicionantes de las decisiones de inversión y financiación en I+D (Segunda parte)." Actualidad Financiera. 16 - 22 Enero 1.995. N°: 3. pp: F-57 - F-64.

(2).- FUENTE: 1.995 R&D ScoreBoard. Standard & Poor's Compustat Services.

Los datos se refieren al último ejercicio fiscal cerrado antes del 19 de Mayo de 1.995 y la muestra de empresas se limita a aquellas con más de 91 millones de dólares de ventas y al menos 1 millón de dólares de gastos en I+D o a un volumen equivalente al 1% de sus ventas.

Sobre la validez, homogeneidad y utilidad de estos indicadores es útil consultar:

BARCELO ROCA, Miquel. "Innovación tecnológica en la industria. Una perspectiva española." BETA Editorial, S.A. Barcelona 1.994. pp: 42 - 44.

(3).-RODRIGUEZ CORTEZO, Jesús. "Consorticios y alianzas, plataformas para I+D y generación de productos." Dirección y Progreso. Noviembre - Diciembre 1.991. N°: 120. p: 32.

BARCELO ROCA, Miquel. Ob.Cit. p: 41.

(4).-Le elección de un modelo de gestión de I+D es un tema a tratar en el capítulo 11, pregunta 3.

(5).-El cuadro n° 3.3 es una recopilación de datos obtenidos en:

GUERRERI, Paolo."Tecnología y competitividad internacional." Revista de Economía. 1.991. N°: 9. p: 65 -66.

PAVITT, Keith. "What We Know About the Strategic Management of Technology." California Management Review. Primavera 1.990. Vol: 32. N°: 3. p:20.

BARCELO ROCA, Miquel. Ob.Cit. pp: 35 - 36.

(6).-Ver capítulo 10, punto 1.4.

(7).-Ver capítulo 9, punto 1.5.3.

(8).-BARRUTIA GÜENAGA, J. y MAQUEDA LAFUENTE F.J. "La gestión de

la innovación: Un factor importante en la competitividad de las empresas del País Vasco." Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa. Diciembre 1.992. Vol: 1. N°: 3. p: 75.

(9).-Situación conocida como "régimen de propiedad fuerte", capítulo 6, punto 8.1.

(10).-Ampliar en el próximo capítulo y en el anexo II.

(11).-BARRUTIA GUENAGA, J. y MAQUEDA LAFUENTE F.J. Ob.Cit. p: 75.

(12).-SELDOM, Barry J."A Test of the Optimality of R&D Allocation." Quartely Journal of Business and Economics. Invierno 1.992. Vol: 31. N°: 1. p: 120.

(13).-Este criterio clasificatorio, ya había sido empleado en el capítulo anterior. El anexo IV, en su pregunta 1 define además, los "mercados de ciclo largo, estándar o rápido".

(14).-PAVITT, Keith. Ob.Cit. p:19.

(15).-WHEELWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. "Revolutionizing Product Development." The Free Press. Nueva York, 1.992. p: 117.

(16).-QUINN, J.B. "La Gestión de la Innovación: Un caos controlado." Harvard-Deusto Business Review. Primer trimestre 1.986. N°: 25. pp: 44 - 45.

Citado por: FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. "Manual de Dirección estratégica de la tecnología". Ariel. Barcelona 1.988. p: 279.

(17).-QUINN, J.B. Ob.Cit. pp: 46 - 47.

Citado por: FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. "Manual de Dirección estratégica de la tecnología". Ariel. Barcelona 1.988. p: 281.

(18).-YEAPLE, Ronald N. "Why are Small R&D Organizations More Productive ?" IEEE Transactions on Engineering Management. Noviembre 1.992. Vol: 39. N°: 4. pp: 332 - 346.

En el capítulo 12, punto 2.3. se produce una discusión más detallada de este tema.

(19).-ESTUDIOS COTEC N°1. "Estudio comparativo de los sistemas de innovación en Europa." Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica - CDTI. Madrid. Septiembre 1.992. p: 13.

(20).-ESTUDIOS COTEC N°1. Ob.Cit. pp: 14 - 16.

(21).-Ver en este sentido:

MORCILLO ORTEGA, Patricio. "La dimensión estratégica de la tecnología." Ariel. Barcelona 1.991. p: 58.

(22).-FUENTES QUINTANA, Enrique."Hacienda Pública: Introducción y presupuesto." Servicio de publicaciones de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Complutense de Madrid. Madrid 1.986. p: 106.

(23).-Este "fallo" del mercado puede expresarse bien en términos de beneficio marginal privado frente a beneficio marginal social, o como incrementos de beneficios gracias a I+D por parte de un agente privado frente a los beneficios derivados a los consumidores.

CLEMENZ, Gerhard. "Market Structure and R&D competition." European Economic Review. Mayo 1.992. Vol: 36. N°: 4. pp: 847 - 864.

(24).-SWENSON, C.W."Some Test of Incentive Effects of the Research and Experimentation Tax Credit." Journal of Public Economics. Noviembre 1.992. Vol: 49. N°: 2. p: 203.

(25).-FUENTES QUINTANA, Enrique. Ob.Cit. p: 122.

(26).-EILON, S."European Community Policy for Innovation". Omega International Journal of Management Science. Vol: 18. N°: 4. p: 386.

(27).-Ver capítulo 2, pregunta 5.

(28).-La actividad financiera pública en el ámbito de I+D se analiza en el capítulo 10, pregunta 1.

(29).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. Ob.Cit p: 267.

(30).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. Ob.Cit. pp: 267 - 276. Un complemento a esta clasificación aparece en el anexo I, pregunta 6 y también en el anexo II, preguntas 5 y 6.

(31).-Una discusión sobre el "reparto" de los beneficios de las innovaciones puede ser encontrada en:

TEECE, David J."Innovación tecnológica y éxito empresarial."

Publicado en:

ESCORSA, Pere."La gestión de la empresa de la alta tecnología." Ariel. Barcelona 1.990. pp: 117 y ss.

(32).-Principalmente el capítulo 6, punto 8.1 y anexo II, pregunta 7.

(33).-Ver en este sentido el anexo II, pregunta 6.

(34).-PORTER, Michael E."Competitive Advantage". The Free Press. Nueva York 1.985.

SEGUNDA PARTE: DECISIONES DE INVERSION EN I+D.

CAPITULO 4: Clasificación de proyectos y programas de I+D.

1.-INTRODUCCION A LA SEGUNDA PARTE DE LA TESIS.

Nuestro esfuerzo en esta segunda parte se concentrará en buscar el mayor conocimiento posible sobre la que hemos definido nuestra "unidad de trabajo"; los proyectos y programas de I+D.

Con ello, pretendemos optimizar las decisiones de inversión en I+D desde una perspectiva global donde todos los factores con alguna incidencia, puedan ser tenidos en cuenta y ponderados en su justa dimensión. La culminación de este proceso de acercamiento a la naturaleza de los proyectos y programas de I+D se materializará en nuestra propuesta de evaluación y selección de los mismos (contemplada en la cuarta parte de la tesis).

2.- DIFERENCIAS CONCEPTUALES ENTRE PROYECTOS Y PROGRAMAS DE I+D.

Con relativa frecuencia, queda patente en la literatura económico y financiera un uso indiscriminado de los conceptos proyecto y programa de I+D. Para algunos autores (los mayoritarios en número), se trata de sinónimos, otros, en cambio, los considera con significados diferentes. En el capítulo 1, pregunta 6 avanzábamos las definiciones de proyecto, programa y cartera de I+D. Sin restar validez a las mismas, proponemos, como mejor medio de identificación de las diferencias entre proyectos y programas, una nueva formulación:

A) Proyecto de I+D: Plan agregado de recursos y capacidades con el objetivo de generar y/o aprovechar ventajas competitivas mediante productos y procesos nuevos o mejorados.

B) Programa de I+D: Plan agregado de proyectos con el objetivo de alcanzar una posición estratégica en un sector, mercado, etc. mediante productos y procesos nuevos o mejorados.

Con estas dos nuevas definiciones quedan reforzadas las diferencias conceptuales expuestas en el capítulo 1 entre programas y proyectos.

Aparte de esta delimitación conceptual, es posible establecer otro planteamiento que permita acentuar las diferencias observadas. Nos referimos a la "lógica interna" de proyectos y programas de I+D que nos posibilita una separación de estos conceptos en términos jerárquicos. Resumidamente, la "lógica interna" hace mención a los siguientes puntos:

A) Proyecto de I+D:

A1) Selección entre productos y procesos como objeto del proyecto.

A2) Definición de la ventaja competitiva que se pretende satisfacer o incluir en el mercado.

A3) Identificar, evaluar y gestionar; riesgos, tiempos, presupuestos, rentabilidades - productividad, tecnologías (disponibles y necesarias), etc.

B) Programa de I+D:

B1) Selección de una posición estratégica para un determinado sector, producto, mercado, línea de negocio, etc.

B2) Plantear las innovaciones ideales, necesarias para alcanzar los objetivos del primer punto.

B3) Definir y seleccionar los proyectos necesarios para alcanzar el primer punto.

B4) Seleccionar los métodos de gestión y financiación más adecuados a los objetivos del programa y al "mix" de proyectos.

B5) Establecer unas políticas coherentes de recursos complementarios, protección industrial, etc. (1).

Atendiendo a esta "lógica interna", podemos representar el reparto de poder que se realiza entre proyectos y programas de I+D. Así, a los primeros les corresponde la planificación, control y gestión de la mayoría de las variables definidas de la función de I+D. Los últimos, se reservan algunas de las variables citadas (innovación, tecnología y posición estratégica principalmente) y sobre todo, la supervisión general (no la gestión diaria) de los proyectos integrantes.

En la pregunta 1 del próximo capítulo esta discusión quedará más precisada.

3.- CLASIFICACIONES DE LOS PROYECTOS DE I+D.

El camino para analizar las características comunes entre proyectos y programas de I+D, es un poco más arduo y exige establecer y acudir a lo que hemos denominado clasificaciones de proyectos y programas (pregunta siguiente) de I+D.

Estas ordenaciones son fruto de emplear diferentes criterios de división, pudiéndose reconocer las siguientes: (El adjetivo ordinal no tiene ninguna connotación jerárquica)

3.1.- Primera clasificación de proyectos de I+D.

Atendiendo a la implicación de los proyectos dentro de un todo denominado programa se diferencian en:

3.1.1.- Proyectos de I+D autónomos: Gozan de la capacidad de generar una innovación y satisfacer una ventaja competitiva por sí solos. Pueden afectar a productos o procesos (2) bien por separado, o bien a uno de los dos de pleno y al otro colateralmente. Tienen una valoración individualizada del riesgo (éxito o fracaso), tiempo, presupuesto y rentabilidad propia e independiente y una gestión autónoma de sus tecnologías.

3.1.2.- Proyectos de I+D dependientes (críticos o complementarios, y en serie o en paralelo): Su razón de ser está en la integración con otros proyectos en un marco común como es el programa al cual pertenecen. En consecuencia, proporcionan innovaciones y ventajas competitivas de manera interrelacionada y condicionada con otros proyectos de esta misma categoría. En muchos casos, no es posible cuantificar individualmente sus aportaciones al conjunto del programa, ni estimar por separado sus variables. El éxito o fracaso no les pertenece; es competencia del programa donde están integrados.

Dentro de esta categoría es posible realizar acudir a dos criterios que nos proporcionan cuatro nuevas subdivisiones:

Sí consideramos el papel que desempeñan dentro del programa:

A) Proyectos de I+D dependientes y críticos: No tienen alternativa. Es necesario realizarlos como condición "sine qua non" para alcanzar los objetivos del programa. Esta dependencia proviene de cualquier aspecto del programa y exigen una gran rigurosidad en su gestión, control, presupuestación, etc. porque cualquier desviación afectaría al desarrollo completo del programa y a su éxito.

B) Proyectos de I+D dependientes y complementarios: Es posible encontrarles una alternativa, pues no

condicionan con su éxito o fracaso la viabilidad del programa. Sus "misiones" son menores aunque necesarias y por tanto susceptibles de ser sustituidas, redefinidas, y en ocasiones eliminadas.

Respecto a su vinculación mutua dentro del programa:

C) Proyectos de I+D dependientes en serie: La terminación de uno implica y condiciona el inicio de otro proyecto.

D) Proyectos de I+D dependientes en paralelo: Los objetivos particulares de cada proyecto no están relacionados y por consiguiente, su ejecución coincide total o parcialmente en el tiempo.

3.2.- Segunda clasificación de proyectos de I+D.

Hace la distinción partiendo del objeto de la innovación tecnológica (3) asociada al proyecto. En este sentido, aparecen las siguientes dos categorías:

3.2.1.- Proyectos de I+D en procesos: Generan innovaciones en procesos (4). Es decir, "corresponde a la fabricación de nuevos bienes de equipo o a la instalación de nuevos procesos de producción que mejoran la productividad y las condiciones de trabajo" (5). El destino de estos proyectos (cuando son a su vez autónomos), es aumentar el margen de beneficios o reducir los precios de venta si se traslada o no los beneficios del proyecto de I+D a los clientes.

Se ha graduado la intensidad de actuación de los proyectos de I+D en procesos con la siguiente escala que va de menor a mayor grado de innovación: (6)

A) Mejoras productivas (cambios incrementales).

B) Modernización departamental.

C) Nueva generación de procesos.

D) Proceso completamente nuevo.

Obsérvese el paralelismo existente entre esta clasificación y la expuesta en el anexo II sobre las innovaciones tecnológicas atendiendo a su impacto.

3.2.2.- Proyectos de I+D en productos: Suministran innovaciones en productos (7). Es decir, "(...) nuevos productos o productos ya existentes mejorados" (8). Con ellos se introducen nuevos factores para mantener o incrementar cuotas de mercado. Al igual que el punto anterior, se ha establecido las categorías referidas al grado de innovación: (9)

A) Productos mejorados y derivados.

B) Adición de familias de productos.

C) Nueva generación de productos.

D) Producto completamente nuevo.

El paralelismo citado previamente, también es vigente con esta clasificación.

4.- CLASIFICACIONES DE LOS PROGRAMAS DE I+D.

Se sustentan en el mismo método que los proyectos de I+D, teniendo además un discurrir similar.

4.1.- Primera clasificación de programas de I+D.

Se basa en el conjunto de proyectos que lo conforman. Podemos

diferenciarlos en:

4.1.1.- Programa de I+D marco: Caracterizado por reunir un conjunto de proyectos autónomos, con diferentes objetivos, pero vinculados por una "lógica común" impuesta por la definición del programa. Este, consistirá en un órgano rector de supervisión, selección, y planificación del cual emanan directrices comunes.

4.1.2.- Programa de I+D integrado: Compuesto por una serie de proyectos dependientes a los cuales se les otorga un objetivo común, una escala de valores y una relación temporal. El programa se convierte en un órgano de gestión, toma de decisiones, evaluación y planificación activo con independencia de la gestión individual de cada proyecto, garante del cumplimiento del objetivo común.

4.1.3.- Programa mixto: Combina aspectos de los dos tipos anteriores. Es el más frecuente en la realidad empresarial.

4.2.- Segunda clasificación de programas de I+D.

Respetando la separación formal entre innovación en procesos y en productos (10), en cada uno de estos ámbitos, los programas tienen unos objetivos a cumplir. En función de la amplitud de los mismos, se puede hablar de:

4.2.1.- Programas de I+D incrementales: "Estos programas tienen bien definidos los objetivos comerciales. La probabilidad de éxito técnico es relativamente alta. Así, los costes y beneficios del programa pueden ser definidos bastante explícitamente" (11).

4.2.2.- Programas de I+D radicales: "Descansan sobre una base de conocimientos científico e ingenieril existente que, por sí solo, es insuficiente para alcanzar el resultado práctico deseado. Se emprende el descubrimiento

de conocimiento nuevo con el objetivo explícito de aplicar ese conocimiento a un propósito útil. (...) El descubrimiento implica riesgo técnico, coste y tiempos sustanciales" (12).

4.2.3.- Programas de I+D fundamentales: "Estos programas están diseñados para construir una nueva dimensión de competencia o para investigar la utilidad potencial en un area de conocimiento científico" (13).

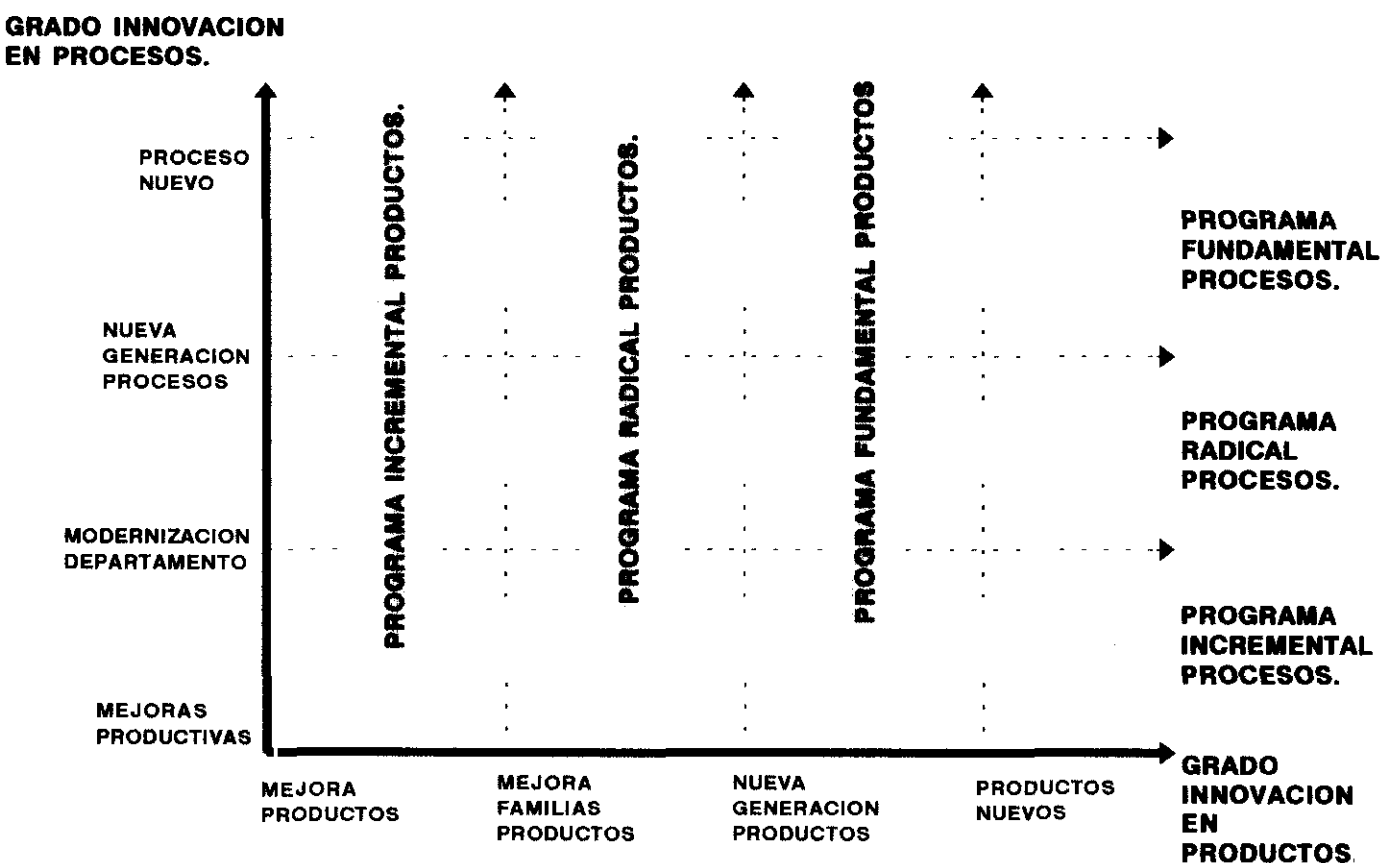
Entre estas tres categorías, se sigue produciendo una posible asimilación a la clasificación citada del anexo II y además a lo que hemos denominado en el capítulo 1 clasificación clásica de la función de I+D.

5.- MODELO INTEGRADOR DE LAS CLASIFICACIONES DE PROYECTOS Y PROGRAMAS DE I+D.

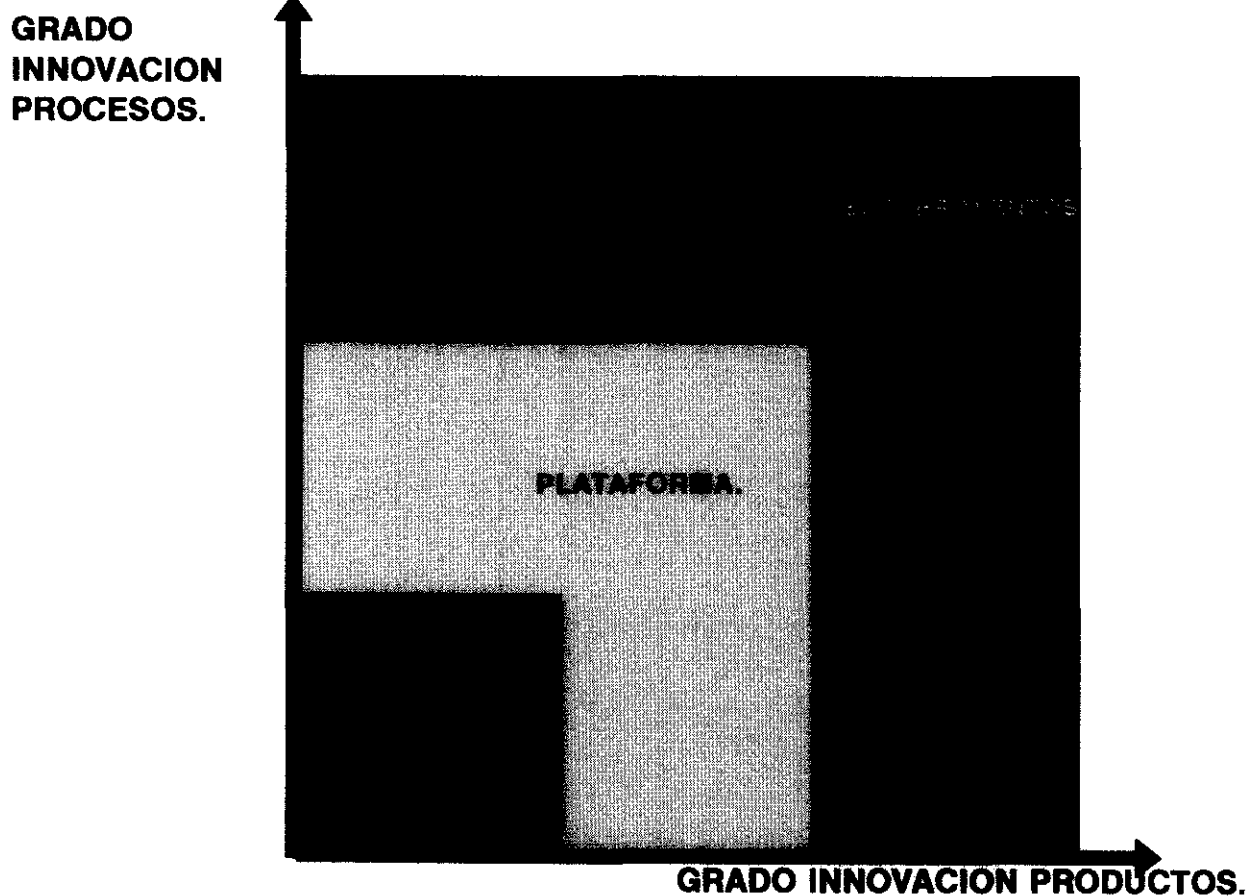
La posibilidad de integrar (14) las segundas clasificaciones de proyectos y de programas de I+D aparece como consecuencia de la homogeneidad de las categorías definidas y a dos propiedades de la tecnología; su transversabilidad y su capacidad de fusión (15).

El esquema conducente a esta integración, parte de un planteamiento gráfico. Mediante una representación bidimensional como la mostrada por el cuadro nº4.1 podemos situar los diferentes niveles de innovación tecnológica en procesos (ordenadas) y en productos (abscisas).

El significado de cada uno de los puntos del plano así definido, es una combinación exacta de innovaciones en procesos y productos definitorias de un nuevo "equilibrio tecnológico". No se puede olvidar en este punto, la necesaria correlación que existe entre innovaciones de productos y en procesos. Esto es debido, en su caso más extremo, en que es imposible fabricar nuevos productos "revolucionarios" sin unos procesos diseñados para tal efecto.



Cuadro nº4.1.-Grados de innovación.



Cuadro nº4.2.-"Modelo integrador de proyectos-programas I+D."

Buscando dentro del plano definido por la figura anterior la máxima homogeneidad, hemos procedido a identificar las áreas que aparecen en el cuadro nº4.2. (16).

Esta combinación, nos introduce en lo que podemos denominar modelo integrador de proyectos y programas de I+D. Cada una de las "cuadrículas" se corresponde con los siguientes conceptos: (17)

5.1.- Proyectos - Programas de I+D derivados.

"Abarcan desde versiones de coste reducido de productos existentes, hasta introducir o mejorar un proceso de producción existente. (...) El trabajo de desarrollo en (programas) derivados puede ser de tres tipos; cambios incrementales en productos (es decir nuevo "packaging" o nuevas características) con poco o nulo cambios en los procesos de fabricación, cambios incrementales de proceso (como un coste menor en el proceso de fabricación, mejorando la fiabilidad o realizando cambios menores en los materiales empleados) con pocos o nulos cambios en el producto, como última categoría estarían los cambios incrementales en ambas dimensiones" (18).

Desde un punto de vista tecnológico, los programas derivados suponen la adición de una aplicación nueva o mejorada de una tecnología conocida. De otra forma, su origen tecnológico son "discontinuidades de salto" (19).

Ejemplos de productos surgidos como resultados de proyectos-programas de I+D derivados se encuentran a diario. Dos de los más significativos son:

A) La cámara KODAK de ángulo ancho de un sólo uso fue una derivación de otra anterior denominada "Fun Saver" a partir de la cual se produjo un cambio de lentes (20).

B) El HONDA Accord para 1.994 se personalizó a los gustos

de los mercado europeos, americanos y japonés con equipos de diseñadores de esa procedencia. Las únicas directrices a seguir fueron reducir a la mitad los costes de desarrollo con respecto al modelo precedente y hacer un amplio uso de piezas comunes. El resultado fueron tres versiones personalizadas para un mismo modelo (21).

Una actitud muy extendida hacia los proyectos-programas derivados, es considerarlos despectivamente por su poca envergadura individual. Ante esto, conviene precisar que "su efecto acumulativo puede tener un impacto económico muy importante (...)" (22).

5.2.- Proyectos - Programas de I+D de descubrimiento.

"Están en el otro extremo del espectro del desarrollo porque suponen cambios significativos en los productos y procesos existentes. Los programas con éxito establecen un conjunto de nuevos productos y procesos que difieren sustancialmente de las generaciones previas. Como los "compact-disks" o los cables de fibra óptica, los programas de descubrimiento crean un producto totalmente nuevo y pueden definir un nuevo mercado. Porque los programas de este tipo a menudo incorporan nuevas tecnologías y materiales revolucionarios, generalmente requieren también procesos de producción revolucionarios" (23).

En su evolución tecnológica, son programas que provocan o aprovechan "discontinuidades de sustitución o de espera" pues incorporan y exploran nuevas definiciones tecnológicas para resolver un problema conocido o para crear un nuevo mercado (24).

Aparte de los ejemplos citados, es posible citar alguno más; la realidad virtual, el "minidisc" de Sony, el Digital Compact Cassette (DCC) de Philips, etc.

5.3.- Proyectos - Programas de I+D plataforma.

"Están en el medio del espectro del desarrollo siendo los más difíciles de definir. Suponen más cambios en procesos y/o productos que los programas derivados, pero no presentan nuevas tecnologías o materiales no probados con anterioridad como los programas de descubrimientos hacen. (...) Bien planeados y ejecutados, los productos provenientes de un programa plataforma ofrecen típicamente mejoras en costes calidad y aplicaciones, sobre los productos de la generación precedente. Presentan mejoras a través de la totalidad de la gama; su aplicabilidad, velocidad, funcionabilidad, peso, tamaño. (Los programas derivados presentan cambios en una o dos de estas dimensiones)" (25).

La pretensión de esta clase de programas, es la definición de aplicaciones estándar y comunes a una amplia gama de productos o procesos con el fin de imponer criterios de racionalidad económica en beneficio tanto del consumidor final, como del promotor del proyecto-programa de I+D.

La aceptación de estos modelos plataforma se ha realizado de forma sectorial, y en especial la industria del automóvil se ha constituido en su paradigma. Esta aceptación es fruto de las posibilidades que presenta a los fabricantes para reducir sus costes de I+D porque las plataformas pueden ser desarrolladas con otras empresas de la competencia, o para varias marcas dentro de un mismo grupo automovilístico.

Más adelante, y por circunstancias parecidas, las plataformas han sido empleadas con profusión en los sectores aeroespacial, de defensa, electrónica, comunicaciones, etc.

Otro factor adicional explicativo de la proliferación de los programas plataforma, es su capacidad técnica y económica para planificar a partir de ellos las sucesivas generaciones de un mismo producto o proceso.

5.4.- Proyectos - Programas de I+D transversales.

Su fundamento es la capacidad de uso transversal de la tecnología (26). Basta recordar que únicamente el 26 % de las innovaciones tecnológicas quedan limitadas al sector originario (27) para comprender la importancia de este conjunto de proyectos-programas de I+D. Al aplicarse una tecnología en otros campos, con otras coordenadas para las cuales fue inicialmente concebida, nos permite referirnos a nuevos procesos y productos.

Teniendo presente que esta transversabilidad tecnológica es "orientable" hacia procesos o productos podemos distinguir las siguientes dos categorías de programas transversales tal y como aparecen en el cuadro nº4.2:

5.4.1.-Proyectos - Programas transversales de procesos: Corresponde al cruce de las cuadrículas referidas a programas de procesos fundamentales e incremental de productos. Toda la innovación tecnológica en procesos se encamina a la consecución de productos con mejoras incrementales pero con un marcado valor añadido frente a los de la competencia. El ejemplo más representativo de resultado de este tipo de programa de I+D son los relojes SWATCH (28) un producto barato y construido en uno de los países del mundo donde el coste del factor trabajo es más alto. Todo esto es debido al diseño de los procesos de fabricación donde la incorporación de tecnologías originarias de otros sectores, ha permitido reducir el número de piezas de la maquinaria de reloj (de las 151 normales a tan sólo 50) y limitar el coste de la mano de obra directa al 10% del coste total.

5.4.2.- Proyectos - Programas transversales de productos: Responde al cuadrante formado por programas incrementales de procesos y fundamentales en productos. Sus objetivos persiguen crear nuevos productos sin precedentes conocidos partiendo de unas tecnologías dominadas y mediante la búsqueda de nuevas aplicaciones a las mismas.

Cuando nos referimos a este tipo de programa de I+D, no queda más remedio que citar como ejemplo el WALKMAN de Sony (29) como resultado de los esfuerzos por miniaturización de la tecnología estéreo aplicada a una nueva necesidad detectada en los consumidores (30).

5.5.- Proyectos - Programas de I+D de fusión.

Como ocurría en el caso anterior, esta división se fundamenta en la capacidad de actuación de una tecnología en conjunción con otras distintas (31). Esta categoría es híbrida entre las innovaciones aplicadas a procesos y las aplicadas a productos. Por su situación, representan un estadio previo, casi inmediato a los programas de descubrimiento aunque se diferencia de estos por no incorporar nuevas tecnologías sin experimentar. A pesar de este hecho, incorporan un alto grado de innovación en ambas dimensiones como resultado de la capacidad de la tecnología para fusionarse. Los dos cuadrantes que ocupan en el cuadro nº4.2 son definidos como se expone a continuación:

5.5.1.- Proyectos - Programas de fusión de procesos: Innovación fundamental en procesos y radical en productos. Con ellos no se construyen nuevos mercados, pero sí se añaden nuevas prestaciones, posibilidades y conocimientos generadores de nuevos trabajos de I+D.

Un ejemplo (32) de esta clase de programa los constituye las pantallas de cristal líquido desarrolladas por SHARP combinando las tecnologías electrónica, del cristal, y de la óptica (33).

5.5.2.- Proyectos - Programas de fusión en productos: Innovación fundamental en productos y sólo radical en procesos. Crean productos nuevo a partir de las nuevas posibilidades de tecnologías existentes combinadas inteligentemente. En su día, los "buscapersonas" fueron un ejemplo característico de esta categoría al aunar las

capacidades de miniaturización con la de transmisión de datos. En la actualidad puede citarse como ejemplo de programas de fusión en productos las "video consolas", productos que reúnen los últimos avances en "software", resolución, diseño industrial, etc.

Conviene resaltar como la principales diferencias entre los proyectos-programas de I+D de fusión y transversales se centra en estos tres puntos a saber:

A) Los proyectos-programas de I+D de fusión incorporan más de una tecnología a diferencia de los transversales que mayoritariamente son "unitecnológicos".

B) Los proyectos-programas de I+D de fusión se fundamentan en nuevas posibilidades y capacidades. Son fruto del desarrollo de posibles tecnologías existentes, mientras que los transversales sólo ofrecen nuevas aplicaciones o usos.

C) Los proyectos-programas de I+D de fusión emplean la función de I+D en la búsqueda de estas nuevas posibilidades pero los transversales no necesariamente.

6.- COMPLEMENTARIEDAD DE LAS CATEGORIAS ESTABLECIDAS POR EL MODELO INTEGRADOR.

Los distintos tipos de proyectos-programas de I+D propuestos por el denominado modelo integrador, tienen sentido desde una perspectiva interna y estratégica de la innovación que generan. Por ello, creemos perfectamente compatible lo establecido con otras clasificaciones de proyectos y programas de I+D sustentadas en la previsible complejidad de la actividad de I+D.

A este respecto y en adición a la clasificación clásica del capítulo 1, las categorías de proyectos-programas de I+D más comúnmente citadas son: (34)

A) Proyectos concertados: Proyectos de investigación en las primeras fases del proceso innovador que suponen un riesgo técnico elevado y cuyos resultados generalmente no son directamente comercializables. Se aproximan a la investigación básica en el seno de la empresa y por eso requieren el concurso de alguna Universidad y/o Centro de investigación Público.

B) Proyectos de desarrollo tecnológico: Son proyectos que involucran un riesgo técnico medio y que implican el desarrollo de nuevos procesos y/o productos de cara a su comercialización.

C) Proyectos de innovación tecnológica: Se trata de proyectos industriales que persiguen la adaptación e incorporación a las empresas de nuevas tecnologías o de tecnologías ya existentes desarrolladas por terceros con un riesgo técnico bajo y un corto período de maduración.

D) Proyectos de promoción tecnológica: Son proyectos de empresas que habiendo desarrollado una tecnología nueva desean comercializarla en el exterior.

Como se desarrolla en el próximo capítulo, la clasificación resultante del modelo integrador, no es incompatible con clasificaciones como la propuesta más arriba. Es más, creemos que las completa y amplía sus horizontes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 4:

(1).-Otros puntos de interés pueden ser consultados en el capítulo 6.

(2).-Estos conceptos aparecen en el anexo II, puntos 4.1.1 y 4.1.2 respectivamente.

(3).-Ver anexo II.

(4).-Esta definición aparece en el anexo II, punto 4.1.2.

(5).-MORCILLO ORTEGA, Patricio. "La dimensión estratégica de la tecnología." Ariel. Barcelona 1.991. p: 183.

(6).-Estas escalas tienen únicamente valor de referencia. Dependiendo del sector, empresa, y producto podrán variar sustancialmente. Su procedencia es:

WHEELWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. "Creating Projects Plans to Focus Product Development." Harvard Business Review. Marzo - Abril 1.992. Vol: 70. N°: 2.

(7).-Esta definición aparece en el anexo II, punto 4.1.1.

(8).-MORCILLO ORTEGA, Patricio. Ob.Cit. p: 183.

(9).-WHEELWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. (Marzo-Abril 1.992) Ob.Cit.

(10).-Ver anexo II, punto 4.1.

(11).-ERICKSON, Tamara J.; MAGEE, John F. y otros. "Managing Technology as a Business Strategy." Sloan Management Review. Primavera 1.990. Vol: 32. N°: 3. p: 78.

(12).-ERICKSON, Tamara J.; MAGEE, John F. y otros. Ob.Cit. p: 78.

(13).-ERICKSON, Tamara J.; MAGEE, John F. y otros. Ob.Cit. p: 78.

(14).-Una primera versión de este modelo puede encontrarse en:

GUITIAN FERNANDEZ DE CORDOBA, Rafael. "Marco teórico para la clasificación de inversiones en investigación y desarrollo (I+D)." Actualidad Financiera. 24-30 de Octubre de 1.994. N°: 39. pp: I-881 - I-892.

(15).-Sobre estos aspectos, consultar el anexo I, puntos 3.3 y 3.4, y anexo II, puntos 4.3.2 y 4.3.3.

(16).-Esta representación gráfica, tiene su base en la propuesta por:

WHEELWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. (Marzo-Abril 1.992).
Ob.Cit. p: 73.

WHEELWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. "Revolutionizing Product Development." The Free Press. New York 1.992. p: 93.

(17).-El origen del término proyecto-programa de I+D puede encontrarse en el capítulo 5, pregunta 1.

(18).-WHEELWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. (Marzo-Abril 1.992).
Ob.Cit. p: 73.

(19).-Ver anexo II, punto 3.2.

(20).-WHEELWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. (Marzo-Abril 1.992).
Ob.Cit. p: 73.

(21).-Información aportada por la misma compañía.

(22).-BARCELO ROCA, Miquel. "Innovación tecnológica en la industria. Una perspectiva española". BETA Editorial, S.A. Barcelona 1.994. p: 34.

(23).-WHEELWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. (Marzo-Abril 1.992).
Ob.Cit. p: 73.

(24).-Ver anexo II, punto 3.2.

(25).-WHEELWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. (Marzo-Abril 1.992).
Ob.Cit. p: 73.

(26).-Ver el anexo I, punto 3.3 y el anexo II, punto 4.3.3.

(27).-Este dato aparece citado en el anexo I, cita (20).

ESCORSA, Pere. "La gestión de la empresa de alta tecnología". Ariel. Barcelona 1.990. p: 111.

(28).-Este dato aparece citado en el anexo I.

TAYLOR, William. "Message and Muscle: An Interview with Swatch Titan Nicolas Hayek". Harvard Business Review. Vol: 71. Nº: 2. Marzo - Abril 1.993. pp: 99 -110.

(29).-Este dato aparece citado en el anexo I, punto 3.3.

(30).-Más información sobre este producto, puede ser encontrada en el anexo IV, pregunta 3 y en el cuadro nº5.7.

(31).-Ver anexo I, punto 3.4.

(32).-Citado en el anexo III, pregunta 6.

(33).-Este dato aparece citado en el anexo III, pregunta 6.

KODAMA, Fumio. "Technology Fusion and the new R&D". Harvard

Business Review. Julio - Agosto 1.992. Vol: 70. N°: 4. p: 71.

(34).-ARNES CORELLANO, Humberto."CDTI: La financiación de proyectos empresariales de I+D." Dirección y Progreso. Julio - Agosto 1.994. N°: 136. pp: 26 - 30.

ARNES CORELLANO, Humberto. "La financiación de proyectos empresariales de I+D." Política Científica. Febrero 1.994. N°: 39. pp: 8 - 11.

CAPITULO 5: Propiedades de los proyectos y programas de I+D.

1.- EL CONCEPTO PROYECTO - PROGRAMA DE I+D.

En capítulos anteriores (1), establecimos las diferencias entre proyectos y programas de I+D. Pero, a la luz de lo aportado por las clasificaciones del modelo integrador (2) podemos completar esa información.

Al fijar las distintas categorías de las primeras clasificaciones de proyectos y programas de I+D, hicimos mención a dos criterios importantes: "éxito o fracaso", y "autonomía de gestión". A través de ellos, nos es posible identificar en el seno de programas de I+D, lo que hemos denominado proyectos autónomos.

Para reforzar esta identificación, tomemos por ejemplo el diseño y fabricación del nuevo BOEING 777 (3) cuyos motores serán fabricados conjuntamente por los tres grandes fabricantes del mundo; Rolls-Royce, Pratt & Whitney y General Electrics. En esta situación, tratarán el desarrollo y diseño de los reactores del avión como un programa de I+D compuesto de múltiples proyectos (desde la lubricación, hasta la reducción de ruidos pasando por temas tan importantes como la refrigeración, consumos, etc.). Por el contrario, desde la óptica de Boeing, los reactores del 777 son un proyecto autónomo insertado en un programas de I+D conducente a conseguir un prototipo de avión viable técnica y comercialmente.

Con este ejemplo, pretendemos hacer un llamamiento a la prudencia cuando se trata de establecer si un proyecto autónomo y un programa son lo mismo. Pero manteniendo esta actitud cautelara podemos afirmar que todo lo dicho hasta ahora para programas de I+D, es aplicable a los proyectos autónomos. Con lo cual, se puede acuñar la expresión proyecto - programa de I+D (expresión

ya utilizada en esta tesis).

2.- CONCLUSIONES DERIVADAS DEL MODELO INTEGRADOR DE PROYECTOS - PROGRAMAS DE I+D.

Al plantear y construir el cuadro nº4.2 del capítulo anterior como un marco de integración de proyectos y programas de I+D, nos limitamos a definir el contenido de los "cuadrantes" que asimilábamos a determinados tipos de programas de I+D. En esta pregunta, nos dedicaremos a establecer aquellas conclusiones ofrecidas del modelo tal y como este se concretó.

2.1.- Representación de carteras de I+D.

Se ha extendido la idea (compartida por nosotros) que la función de I+D de una organización queda correctamente definida por el conjunto de proyectos y programas que lo componen:

"Ningún proyecto (de I+D) único define el futuro de una compañía o su crecimiento de mercado en el tiempo, el conjunto sí lo hace" (4).

La capacidad de nuestro modelo de representar conjuntamente proyectos y programas de I+D es una herramienta útil de representación de las carteras de I+D. Esta afirmación queda reforzada si además consideramos (como hicimos ya para los proyectos y programas de I+D) las carteras de I+D como un plan agregado de proyectos y programas de I+D con el objetivo de alcanzar una posición estratégica global.

2.2.- Subsanación de deficiencias de otras clasificaciones.

Como acertadamente se ha escrito (5):

"Las diversas misiones de I+D se han clasificado durante mucho tiempo a lo largo de un espectro que pone el acento sobre las relaciones causa-efecto y de tiempo de estas responsabilidades

interdependientes. Sin embargo, el sistema de clasificación tradicional - de la investigación básica a la aplicada, el desarrollo, el diseño y finalmente los servicios técnicos (ver capítulo 1, pregunta 3)- oculta la diversidad de tecnologías y de dinámicas estratégicas que hay en cada actividad y la complejidad de su interdependencia."

Las posibilidades de nuestro modelo, complementadas con las que se verán posteriormente permiten subsanar en gran medida todas estas debilidades propias de otras formas de clasificación (6).

Pese a estas ventajas reconocidas, el modelo debe ser construido y particularizado con suma cautela porque no se puede olvidar que; "el incrementalismo de una persona, es la I+D de descubrimiento de otra" (7).

En esta línea de tratar de "universalizar" este modelo, proponemos tener en cuenta antes de cualquier adaptación individual, los dos siguientes condicionantes:

A) La competencia y el mercado donde el futuro programa o proyecto va a competir.

B) La propia empresa entendida como una agregación de capacidades y limitaciones.

Estas precauciones nos permitirá construir tantos modelos "ad hoc", con unas escalas adecuadas del grado de innovación, unas superficies gráficas atribuidas a cada tipo de programa aquilatadas, etc.

3.- CONCLUSIONES PROYECTADAS DEL MODELO INTEGRADOR DE PROYECTOS - PROGRAMAS DE I+D.

Bajo la denominación conclusiones proyectadas, hacemos referencia a todas aquellas consecuencias posibles que se pueden obtener del modelo de integración mediante modificaciones simples del mismo.

Estas modificaciones tienen un doble origen:

A) Adición de nuevos elementos o variables.

B) Reforma del modelo original.

3.1.- Conclusiones proyectadas mediante adición de nuevos elementos o variables al modelo integrador.

De la utilidad de las conclusiones efectuadas en la pregunta anterior, podemos afirmar que nos encontramos ante un modelo con enormes posibilidades como "herramienta gráfica". Esta conclusión se acrecenta con la inclusión de nuevos parámetros como se muestra a continuación.

3.1.1.- Posibilidad de representar otras variables de I+D: Geométricamente, la bisectriz del primer cuadrante es definida como el conjunto de puntos equidistantes de los ejes de coordenadas. En nuestro modelo, su significado es el de representar a aquellos productos que incorporan un mismo grado de innovación en productos que en procesos. A medida que se avanza por ella, los grados de innovación se incrementan proporcionalmente y por consiguiente, también lo harán las valoraciones de todas aquellas magnitudes relativas a la condición de inversión de los proyectos y programas de I+D; riesgo, tiempo de desarrollo, presupuesto, rentabilidad prevista, etc.

Para que podamos tener una estimación de estas magnitudes, bastará con trazar las perpendiculares a los ejes de coordenadas desde su posición en el modelo. La distancia desde el origen al punto de corte con la bisectriz representa la valoración de las citadas variables en procesos y productos. En el cuadro nº5.1 aparece representado un ejemplo.

3.1.2.- Posibilidad de establecer límites entre

investigación y desarrollo: Una posible aplicación del marco conceptual propuesto, es establecer los campos de actuación de la investigación frente a los que son competencia del desarrollo (según la denominación clásica). Para ello, bastaría con dividir el gráfico expuesto mediante la bisectriz contraria a la del punto anterior. Entonces, el triángulo superior de los dos en los que queda dividida la figura representaría la "zona de investigación", mientras que el inferior, sería la "zona de desarrollo."

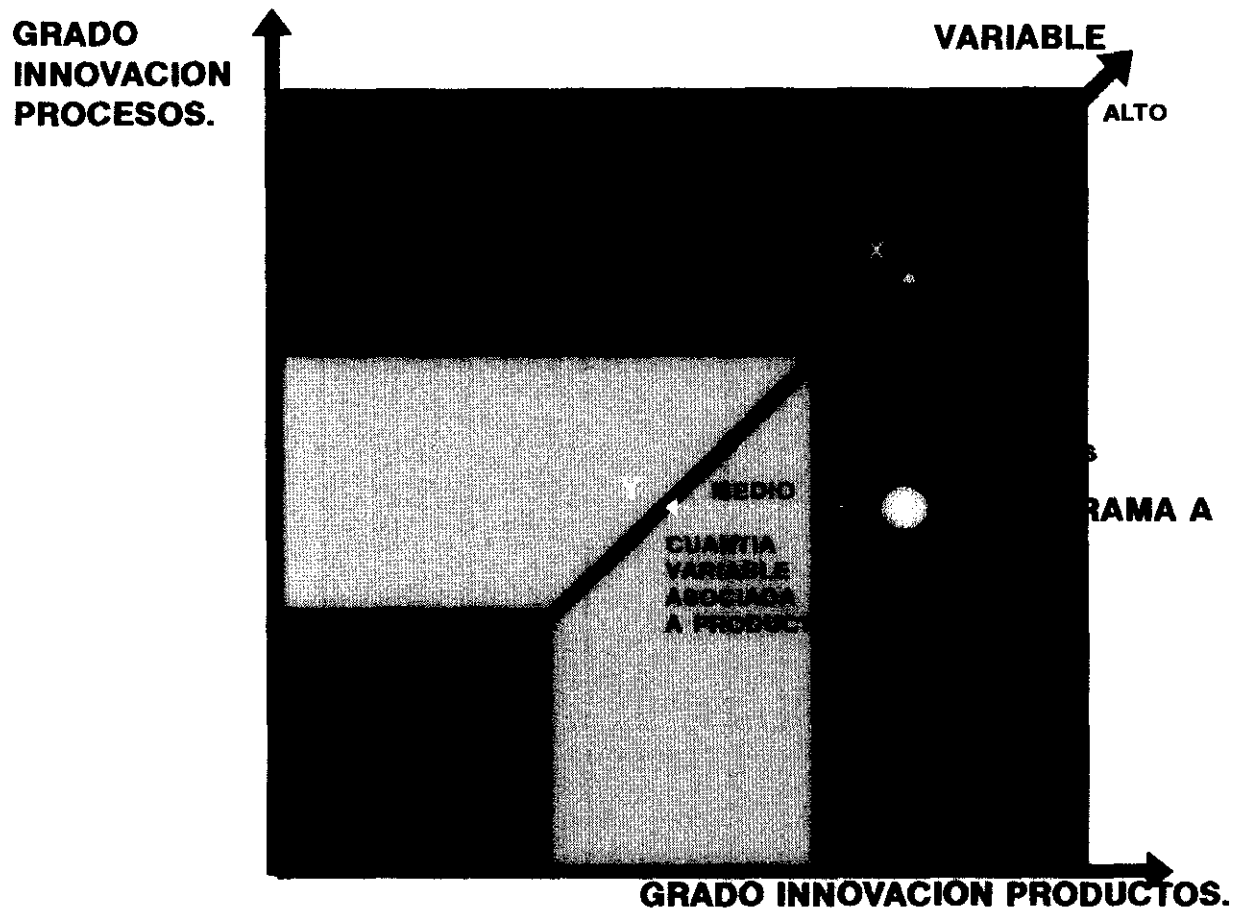
Con esta proposición únicamente pretendemos dar un "límite útil" a este controvertido tema de debate. La mayor o menor exactitud, se logrará por partida doble mediante la traslación en paralelo de la línea trazada hacia arriba o abajo o, a través del rediseño del modelo y su ajuste a las condiciones de la empresa donde la bisectriz podría representar el límite deseado.

En el cuadro nº5.2 aparece explícitamente esta división "ideal".

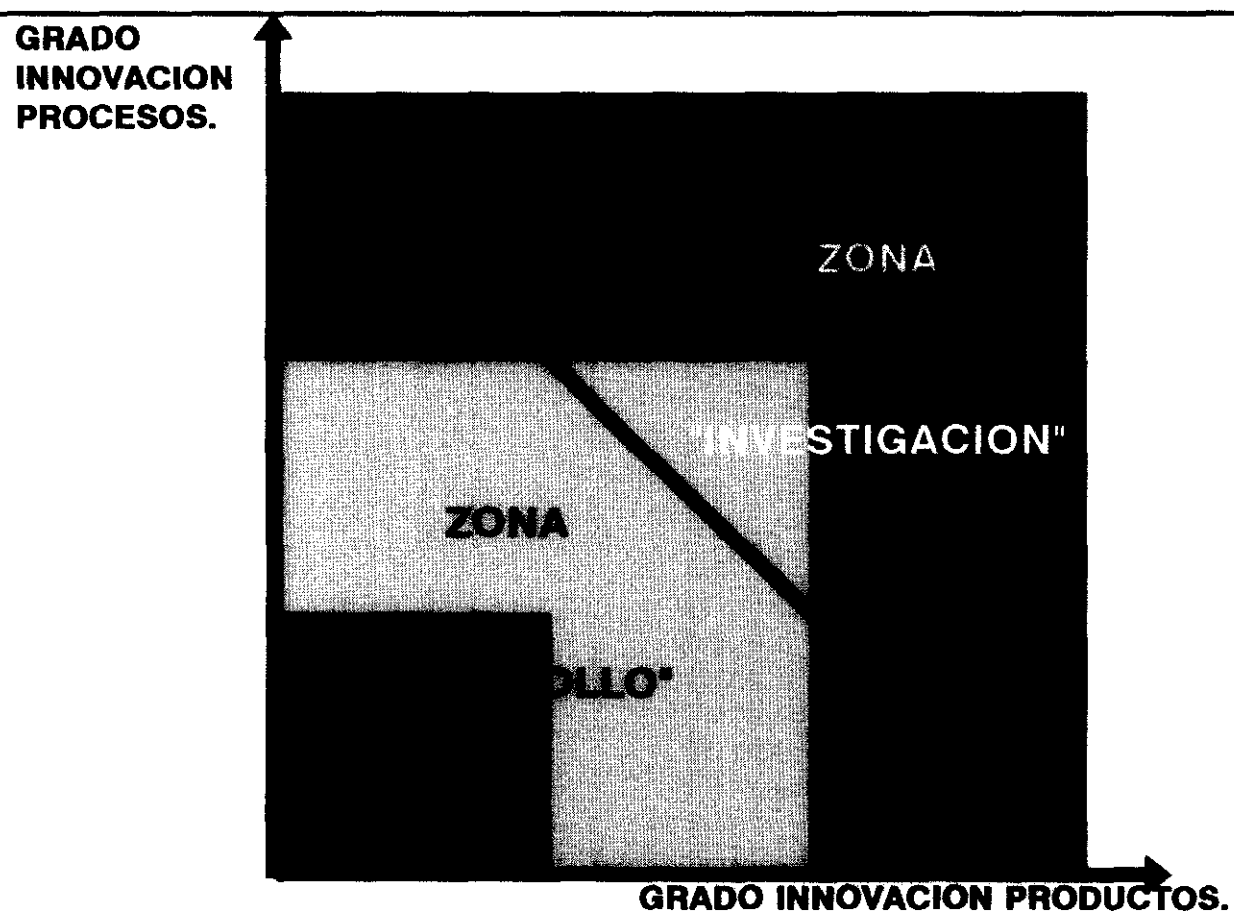
3.1.3.- Posibilidad de representar las magnitudes de proyectos - programas de I+D: A diferencia de lo expuesto en el primer punto de esta pregunta donde aparecía una forma de estimar diferentes magnitudes asociadas con los proyectos - programas de I+D, ahora proponemos una formulación "dinámica" frente la anterior.

Cuando hablamos de tiempo de desarrollo y presupuesto, estamos tratando con cifras sobre las cuales se tiene un cierto control por parte del promotor del proyecto - programa de I+D, y que es necesario ejercerlo.

Bien sea en términos reales, en un momento determinado o con carácter evolutivo, podemos establecer un sistema de representación que además permita el control de estas dos magnitudes como el que aparece en el cuadro nº 5.3.



Cuadro nº5.1.-"Representación variables I+D."



Cuadro nº5.2.-"Límites entre investigación y desarrollo."

Mediante figuras geométricas, (círculos parece lo más apropiado) representaríamos cada proyecto - programa de I+D de tal forma que la figura exterior representa el límite de una determinada magnitud (tiempo y presupuesto) mientras que la interior representa lo "consumido" de esa magnitud hasta la fecha. Las modificaciones en el proyecto - programa se reflejan en los cambios de posición dentro del modelo y en la superficie de las figuras que los acompaña.

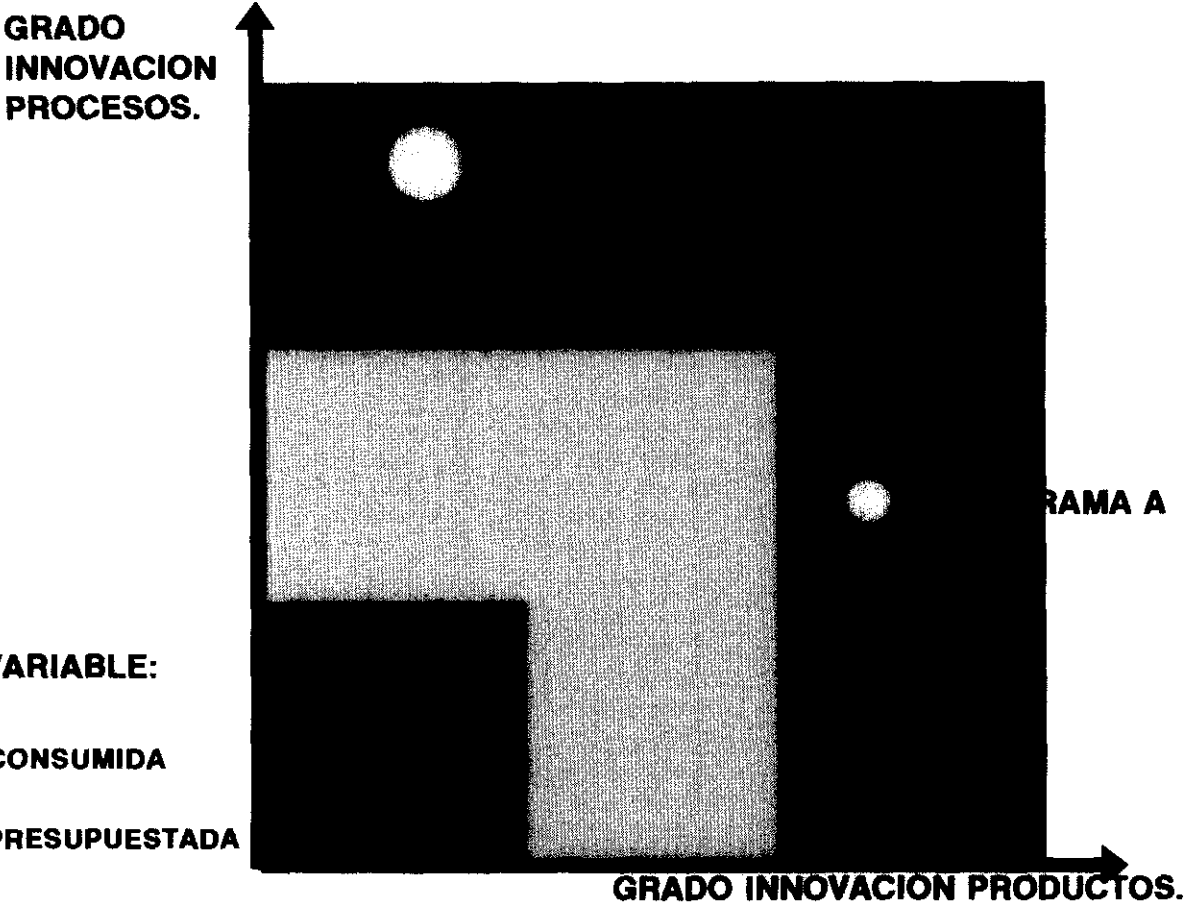
3.2.- Conclusiones proyectadas mediante la reforma del modelo integrador.

La simple sustitución de algunos de los parámetros iniciales nos permite una cadena de múltiples lecturas con importante valor.

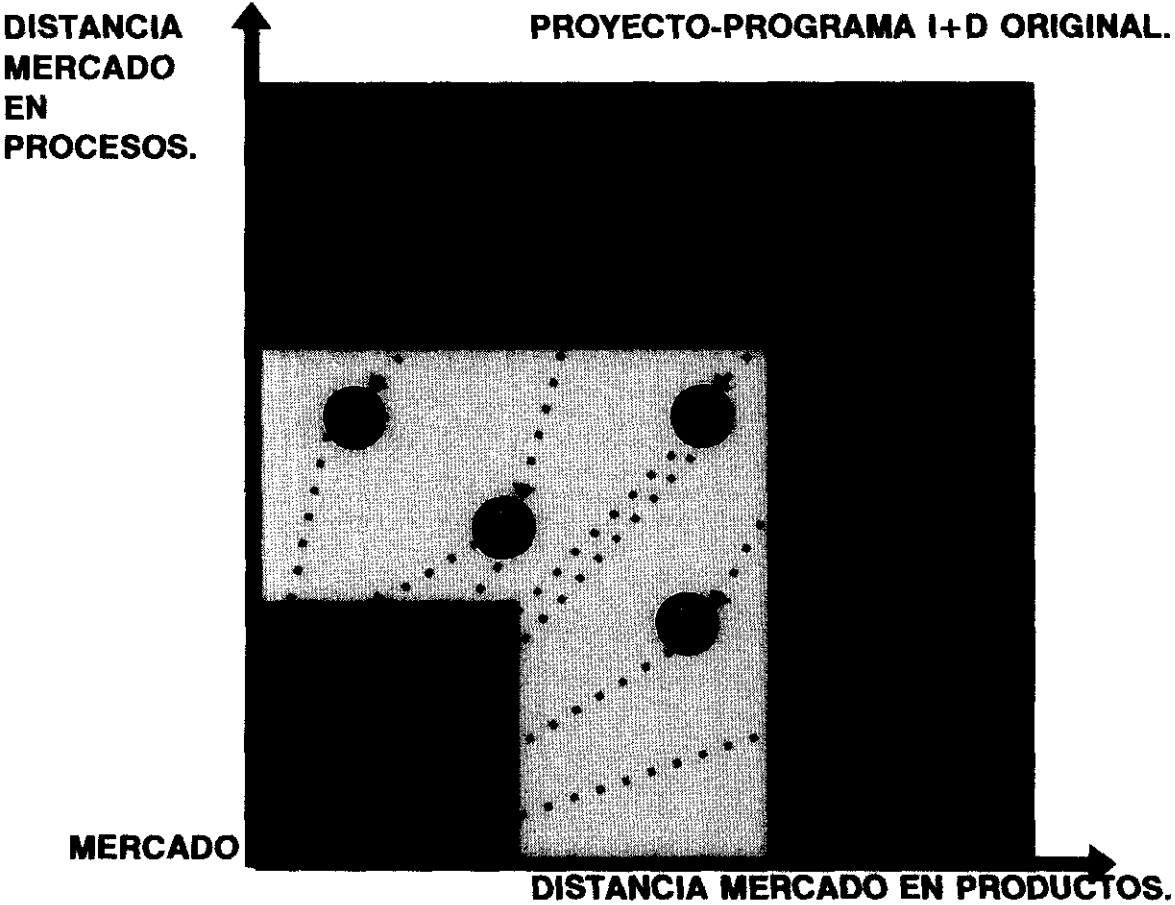
3.2.1.- Representación de la innovación y su viabilidad comercial: Fases de un proyecto - programa de I+D (8). Hasta este momento, el empleo que hemos dado al modelo de integración ha estado centrado en el período de tiempo que transcurre desde la concepción del proyecto - programa de I+D hasta la consecución de la innovación (primera fase de todo proyecto - programa de I+D). Esta situación ha sido originada como consecuencia de tener en los ejes de coordenadas como variables a representar el grado de innovación.

El principal inconveniente de este planteamiento, es la imposibilidad de reflejar la evolución que todo proyecto - programa de I+D sufre desde la consecución de la innovación hasta su puesta efectiva en el mercado (segunda fase de todo proyecto - programa de I+D).

La única alternativa disponible para solventar esta dificultad, pasa por una sustitución en las variables a medir en los ejes de coordenadas. Aprovechando la correlación directa y positiva existente entre el grado de innovación y la "distancia al mercado" propondríamos este



Cuadro nº5.3.-"Representación consumo presupuesto o tiempo."



Cuadro nº5.4.-"Segunda fase proyecto-programa I+D."

cambio tal y como aparece en el cuadro nº5.4.

La definición que se podría dar a la nueva variable; "distancia al mercado" sería la situación puntual y concreta de la innovación generada por un proyecto - programa de I+D en relación con el momento de su comercialización. Este, estaría representado idealmente por la zona próxima al origen de coordenadas.

Con este esquema de funcionamiento, obviarnos la dificultad que hubiese entrañado tener una única variable a medir en una escala bidimensional, y por otro lado, nos permite trazar las trayectorias de la evolución de una innovación desde su estado inicial, hasta su articulación en otros proyectos - programas de I+D que la lleven al mercado. No se puede olvidar, que en esta segunda fase, es necesario proceder a ejecutar nuevos proyectos - programas de I+D que acerquen una innovación hacia su razón de ser; su comercialización. En el mismo cuadro nº5.4, así como en el cuadro nº5.7 (al final de este capítulo), aparecen la descomposición de una innovación en varios proyectos - programas plataforma, de fusión, y derivados.

La única explicación adicional a este cuadro, es que tras la primera fase del proyecto - programa de descubrimiento, este, se transformó en un prototipo y/o en una planta piloto. Durante la segunda fase, las características tecnológicas de ese prototipo o planta piloto son "pulidas" en sentido comercial, son dotadas de racionalidad económica -financiera, y adaptadas a las capacidades propias del promotor del proyecto - programa. En este proceso evolutivo destaca que:

A) A medida que el grado de innovación alcanzado en la primera fase es mayor, y consecuentemente la "lejanía" al mercado es superior, las posibilidades tecnológicas de lograr la "versión comercial" de la innovación se

multiplican de forma extraordinaria. En nuestro ejemplo del cuadro n°5.4, esta evolución es posible realizarla bien directamente con plataformas, bien a través de proyectos - programas de fusión o transversales, todos a su vez centrados en productos o procesos.

Este amplio abanico de posibilidades, dota al promotor inicial del proyecto -programa de I+D de un repertorio de decisiones para esta segunda fase donde el podrá actuar en solitario, renunciar, ceder a terceros la licencia, asociarse con otros competidores, etc. (9).

Por el contrario, esta diversidad de opciones y la complejidad relativa a las mismas ofrece una serie de dificultades inherentes a esta segunda fase, cuyo factor común son los diseños de estrategias adecuadas de financiación, tecnológica, etc. que sean coherentes con este "acercamiento al mercado".

B) Cuanto mayor sea el riesgo del proyecto - programa (10), las vías de acercamiento al mercado se multiplican por las posibilidades tecnológicas que se brindan y por tanto existe esta especie de "compensación" a la ejecución de proyectos - programas de I+D con un alto grado de innovación.

C) Con respecto a la variable tiempo de desarrollo (11), conviene precisar como en multitud de ocasiones y en especial en determinados sectores (el farmacéutico y la biotecnología constituyen un buen ejemplo), la ejecución de esta segunda fase consume más tiempo que el de la primera. Este factor es a menudo olvidado por los promotores quienes en su previsiones y presupuestos no contemplan este hecho provocando de manera involuntaria el fracaso de numerosa innovaciones en el camino de su

comercialización.

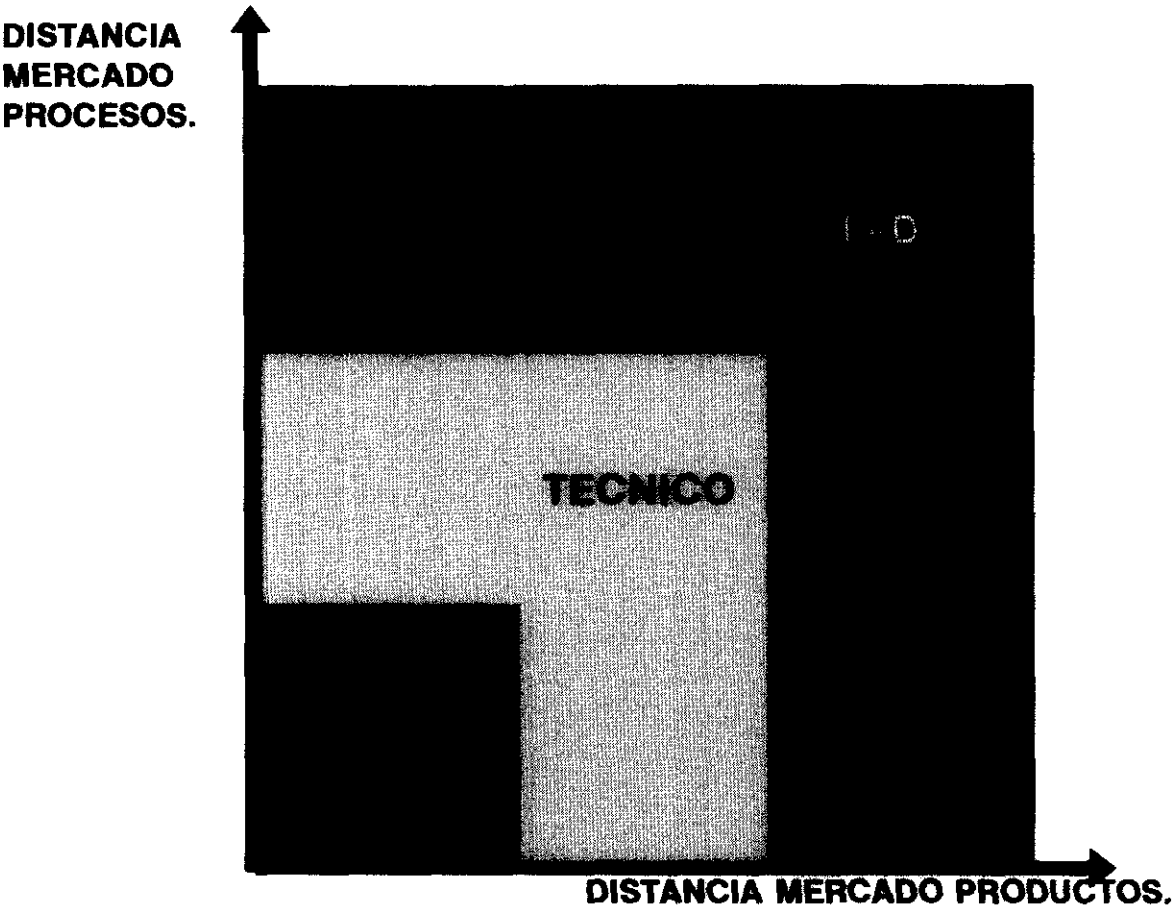
En conclusión, si pretendemos analizar una cartera de I+D en la primera fase de sus proyectos - programas de I+D (hasta la consecución de la innovación) nuestra variable de medida son el grado de innovación en procesos y productos. En cambio, si nuestro interés es representar la misma cartera con los proyectos - programas que se encuentran en una segunda fase (desde la consecución de la innovación hasta su comercialización), la variable a tratar es la "distancia al mercado".

3.2.2.- Asignación departamental de responsabilidades: Continuando en la misma línea argumental de ofrecer las posibilidades del modelo integrador para crear un marco en donde cada organización encuadre sus necesidades, nos atrevemos a hacer la siguiente atribución de responsabilidades departamentales.

Este, ha sido un tema muy discutido, sobre todo cuando se refiere a la segunda fase de un proyecto - programa de I+D. Reconociendo el papel supervisor y organizador de la Dirección General, nuestro modelo, desde un clima de colaboración, permite asignar el papel de promotor a diferentes departamentos. En el cuadro nº5.5 aparecen de forma resumida nuestra proposición.

Este modelo presenta algún posible reparo en el tratamiento que hace de los proyectos - programas derivados porque es realmente difícil determinar donde termina la función de departamento técnico y donde comienza la de marketing. Este problema se agrava cuando se trata de innovaciones en producto exclusivamente.

3.2.3.- Fijación de objetivos de mercado para proyectos - programas de I+D: Desde ambas fases y sus respectivas variables; grado de innovación y distancia al mercado, los



Cuadro nº5.5.-"Asignación departamental de proyectos-programas de I+D".



Cuadro nº5.6.-"Mercados objetivos por cada tipo proyecto-programa I+D".

proyectos - programas de I+D, tienen en sus objetivos asignados una "parcela" de los mercados. Esta realidad la hemos pretendido reflejar mediante el cuadro nº5.6.

Aunque en diversos pasajes de esta tesis (12) se ha tratado lo mismo que vamos a comentar a continuación, creemos necesario ofrecer esta compilación para extraer todas las conclusiones y realizar las matizaciones pertinentes de la figura anterior. En primer lugar, podemos afirmar que los proyectos - programas de I+D pueden ser clasificados en dos clases en función con el mercado al que van dirigidos:

A) Proyectos - programas de I+D que crean nuevos mercados: Su alto grado de innovación y su "lejanía" a los mercados establecidos, nos permite hablar de proyectos - programas destinados a crear o satisfacer nuevas necesidades de los clientes potenciales.

La novedad de los productos y la presumible "buena acogida" del público permite suponer que nos encontramos ante mercados de alto crecimiento en los próximos años.

B) Proyectos - programas de I+D destinados a mercados ya existentes: Con anterioridad a su inicio existe una oferta y demanda de productos del mismo tipo, complementarios, y/o sustitutivos y se podría hablar de un cierto equilibrio entre los agentes económicos que concurren.

A diferencia del caso anterior, el crecimiento del mercado no tiene una norma generalmente aceptada de comportamiento. En este sentido, es resaltable la importancia de los sectores donde se desenvuelve la actividad del proyecto - programa de I+D (13).

Ante este dilema; crear nuevos mercados o establecerse en los existentes, los diferentes tipos de programa responden

según lo expuesto en el cuadro nº5.6 como sigue:

A) Proyectos - programas de descubrimientos: Abarcan tan alto grado de innovación que deben definir su propio mercado en su doble dimensión de procesos y productos. En el hipotético caso en el que las innovaciones estuviesen dirigidas a mercados existentes, su introducción supondría tal ruptura con el equilibrio competitivo que había hasta la fecha que nos encontraríamos ante un mercado nuevo en tanto y cuanto las nuevas condiciones de competitividad no tendrán nada que ver con las anteriores.

B) Proyectos - programas de fusión y transversales de productos: Por sus características propias, se puede afirmar que nos encontramos en una situación similar a la de los proyectos - programas de I+D de descubrimientos pero limitada al caso de las innovaciones de productos.

C) Proyectos - programas de fusión y transversales en procesos: Será la estrategia del promotor del programa, la que decida hacia que tipo de mercado se orientará. Así, si las innovaciones en procesos son incorporadas a los productos vía reducción de sus costes, hablaríamos de competir en mercados existentes con nuevas ventajas competitivas. Si por el contrario, el promotor comercializa directamente la tecnología de procesos generada, nos encontraríamos con casi toda seguridad en un mercado nuevo para él. Este es el motivo por el cual aparece catalogado como indefinido en el cuadro nº5.6.

D) Proyectos - programas plataforma y derivados: Representan un salto cualitativo con los señalado hasta ahora por una doble condición; la cercanía al mercado es más importante que su grado de innovación,

y por las importantes conexiones entre una plataforma y sus derivados. La concurrencia de estos dos factores, nos obliga a referirnos a una plataforma y sus derivados como una familia de productos o de procesos. En consecuencia, (14) la plataforma se dirigirá a un segmento del mercado y los derivados a los nichos detectados dentro del segmento en cuestión.

Cuadro n°5.7.- Ejemplos de diversificación durante la segunda fase de un proyectos - programas de I+D.

EJEMPLO N°1: "Walkman" de Sony.

PUNTO DE PARTIDA:	Programa transversal de productos que reunió cuatro innovaciones: 1.- Auriculares estéreos miniaturizados. 2.- Motores planos miniaturizados. 3.- Mecanismos de dirección. 4.- Pilas recargables de Níquel - Cadmio.
PROGRAMAS PLATAFORMA:	Desarrollo de 3 plataformas.
PROGRAMAS DERIVADOS:	Sobre 200 modelos diferentes para según una fuente y 160 entre 1.980 - 1.990 para otra.
RESULTADOS:	1.- Personificar el producto para cada nicho del mercado, canal de distribución y producto de la competencia. 2.- Lograr que la marca comercial "Walkman" sea sinónimo de cassette portátil. 3.- Cada innovación nueva incorporada por la competencia tenía una rápida respuesta porque siempre hay programas derivados en curso de ejecución. 4.- Combatir eficazmente a los imitadores mediante la proliferación de nuevos productos y de su filial "Aiwa".

FUENTE: MEYER, Marc H. y UTTERBACK, James M. "The Product Family and the Dynamics of Core Capability." Sloan Management Review. Primavera 1.993. Vol: 34. N°: 3. p: 30.
WHEELWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. "Creating Projects Plans to Focus Product Development." Harvard Business Review. Vol: 70. N°: 2. p: 78.
CRAWFORD, Merle C. "The Hidden Cost of Accelerates Product Development." The Journal of Product Innovation Management. Septiembre 1.992. Vol: 9. N°: 3. p: 191.
DESCHAMPS, Jean Philippe y NAYAK, P. Ranganath. "Competing Through Products. Lessons From the Winners." The Columbia Journal of World Business. Verano 1.992. Vol: XXVII. N°: II. p: 39.

Cuadro nº5.7.- Ejemplos de diversificación durante la segunda fase de un proyectos - programas de I+D.

EJEMPLO Nº2: Modelos "LH" de Chrysler Corp.

PUNTO DE PARTIDA:	Programa plataforma de un automóvil donde se comparten chasis, suspensión y columnas de dirección.
PROGRAMAS PLATAFORMA:	Aparte de los anteriores, se estableció una plataforma adicional que respondía a una versión alargada de la nueva plataforma.
PROGRAMAS DERIVADOS:	Dan lugar a los siguientes modelos: 1.- Chrysler Concorde. 2.- Eagle Vision. 3.- Dodge Intrepid. 4.- Chrysler New Yorker. (versión alargada)
RESULTADO:	1.- Entrar de nuevo en el lucrativo mercado de los coches medianos hasta ese momento dominado por la competencia. 2.- Lograr el título honorífico de ser el diseñador americano más eficiente. 3.- Reducir el tiempo de desarrollo de productos desde los 4,5 años a sólo 3.

FUENTE: MEYER, Marc H. y UTTERBACK, James M. "The Product Family and the Dynamics of Core Capability." Sloan Management Review. Primavera 1.993. Vol: 34. Nº: 3. p: 30 e información de la propia empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 5:

- (1).-Capítulo 1, pregunta 6 y capítulo 4, pregunta 2.
- (2).-Ver capítulo 4, pregunta 5.
- (3).-Adaptado de:
ELLIOT, Harvey."¿De quién es este avión?". Actualidad Económica.
28 Diciembre 1.992 - 10 Enero 1.993. N°: 1801/2. p: 104.
- (4).-WHEELWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. "Creating Projects Plans to Focus Product Development." Harvard Business Review.
Vol: 70. N°: 2. p: 72.
- (5).-ROUSSEL, Philip A.; SAAD, Kamal N. y otros."Tercera generación de I+D." Mc Graw - Hill. Madrid 1.991. p: 7.
- (6).-Consultar en este sentido, la discusión realizada en la pregunta final del capítulo 4.
- (7).-CRAWFORD, Merle C."The Hidden Cost of Accelerates Product Development." The Journal of Product Innovation Management.
Septiembre 1.992. Vol: 9. N°: 3. p: 191.
- (8).-Esta distinción, se completa en el capítulo 6, pregunta 2 y en el capítulo 7, punto 4.2.
- (9).-Ver capítulo 12, pregunta 3.
- (10).-Tal y como se ha tratado en el anexo III.
- (11).-Ver anexo IV, punto 4.3.
- (12).-Concretamente, el capítulo 3, pregunta 3, el anexo II, punto 4.2, y el anexo IV, punto 4.3.
- (13).-Ver capítulo 3, pregunta 2.
- (14).-MEYER, Marc H. y UTTERBACK, James M."The Product Family and the Dinamics of Core Capability." Sloan Management Review.
Primavera 1.993. Vol: 34. N°: 3. p: 30.

CAPITULO 6: Aspectos propios de los proyectos y programas de I+D como inversión.

1.- OTROS ASPECTOS DIFERENCIALES DE LAS INVERSIONES EN I+D.

Los dos capítulos precedentes han conformado un entorno de trabajo donde se delimita claramente la tipología de los proyectos - programas de I+D y por extensión una serie importantes de aspectos propios y característicos de cada grupo. En el presente, nuestra atención se centrará en determinar aquellos factores diferenciadores a título individual de cada proyecto - programa de I+D para permitirnos:

A) Encontrar los principios que gobiernan la actividad, diseño, formulación, etc. de los proyectos - programas de I+D.

B) Conocer las directrices para adoptar y adaptar técnicas de gestión procedentes de otros ámbitos (mayoritariamente el financiero) y conocer en profundidad sus limitaciones cuando son aplicadas en un entorno de I+D.

C) Ofrecer una panorámica total del sistema de I+D, pues aparecen factores sin la entidad necesaria para ser considerados como variables pero con la suficiente fuerza (tanto individual como colectiva) para condicionar la ejecución y éxito de los proyectos - programas de I+D.

La argumentación seguida ha sido analizar las etapas en las cuales es posible dividir todo proyecto - programa de I+D y en cada una de ellas particularizar las diferencias frente el resto de inversiones empresariales.

2.- DE LAS FASES DE CADA PROYECTO - PROGRAMA DE I+D A SUS ETAPAS. (1)

Cuando en el capítulo anterior establecíamos las dos fases en las cuales se podía dividir la evolución de todo proyecto - programa de I+D, hacíamos hincapié en las variables definitorias de cada una; grado de innovación en la primera fase y distancia al mercado en la segunda. Si nos separamos de lo que podíamos denominar perspectiva evolutiva de los proyectos - programas de I+D y nos situamos en un plano más estático (y limitativo), centrado en el control y gestión de recursos, nos adentraremos en el espacio de las etapas de I+D.

Con esto, pretendemos confirmar la total unificación de criterios que suponen las fases y las etapas de todo proyecto - programa de I+D y reafirmar la coexistencia entre ambas divisiones porque cada una de ellas, alude a una perspectiva diferente de la compleja naturaleza de lo que hemos catalogado como la "unidad de trabajo del sistema I+D".

Conocidas las fases, necesitamos conocer las etapas de los proyectos - programas de I+D. Existe un cierto acuerdo entre diferentes autores (2) en dividir este proceso de concepción y ejecución en tres grandes etapas resúmenes y que denominaremos; Evaluación, investigación - desarrollo, y ejecución comercial. Los criterios empleados para delimitar cuando empieza o termina cada una, han sido dos:

A) La decisión a tomar cuando se finaliza cada etapa.

B) La evolución de ciertos indicadores como pueden ser presupuesto consumido, tiempo de ejecución empleado, resultados tecnológicos obtenidos, etc.

Resalta el hecho, que como en casi todas las decisiones empresariales, las referidas a I+D son el resultado de una compleja negociación entre partes implicadas a las cuales podemos

calificar como "dimensiones en la concepción-ejecución del proyecto-programa de I+D". Este proceso de "pactos" se ve dificultado por la concurrencia de ; falta de datos objetivos, desigual reparto del poder de decisión, el dominio que ejerce en cada etapa un departamento concreto, etc.

Tras este apartado de carácter generalista, es preciso pormenorizar en las particularidades de cada etapa (3).

3.- PRIMERA ETAPA: EVALUACION DE PROYECTOS - PROGRAMAS DE I+D.

Es la única no reconocida explícitamente en el modelo de integración del capítulo nº4 y las consecuentes dos fases de todo proyecto - programa de I+D. "Esta etapa se basa en los `estudios sobre el papel'. Comprende unos estudios de mercado preliminares, investigaciones en literatura técnica, identificación de los procesos ya existentes y de aquellos que se puedan crear, la posibilidad de adaptación de unos productos a unas condiciones particulares, estudio sobre patentes, disponibilidad de materias primas, investigaciones previas en laboratorio y una evaluación económica preliminar" (4).

Todas estas acciones encierran la necesidad de "proporcionar una evaluación rápida y barata de la viabilidad de la innovación como producto vendible. (...) El objetivo principal de la evaluación es llegar a tomar una decisión sobre el posterior desarrollo del proyecto antes de que se hayan gastado sumas importantes en investigación y desarrollo" (5). Adicionalmente, se pretenderá reducir la incertidumbre inicial de todo proyecto - programa de I+D a estimaciones de su riesgo, tal y como se propone en el anexo III, pregunta 1.

La decisión que pone el punto final a esta etapa, adoptará uno de estos cuatro estados posibles y mutuamente excluyentes:

A) Continuar con el proyecto - programa de I+D tal y como

fue inicialmente concebido.

B) Rechazarlo completamente.

C) Aplazar la ejecución del proyecto - programa de I+D hasta comprobar el sentido de la progresión de ciertas variables.

D) Rediseño de los planteamientos iniciales para lograr un proyecto - programa de I+D más integrado con las capacidades y estrategias del promotor.

Al ampliar esta evaluación a la dimensión de la composición de una cartera de I+D, se produce una selección entre proyectos - programas de I+D. En este caso, nos adentramos en un supuesto diferente como se tendrá ocasión de analizar en la cuarta parte de la tesis (6).

4.- ASPECTOS MAS RELEVANTES DE UN PROYECTO - PROGRAMA DE I+D EN LA ETAPA DE EVALUACION.

Su origen se establece en el comportamiento que tienen las diferentes variables del sistema de I+D en esta primera etapa. A modo de resumen, podemos citar los puntos siguientes:

A) Inestabilidad en los proyectos: "En el sentido que se producen frecuentes cambios en la estimación de la duración y/o coste. (...) las reuniones de revisión en los proyectos de innovación, especialmente en las etapas iniciales se concretan frecuentemente en la redefinición del proyecto" (7).

B) Dificultad en aislar las áreas críticas: "...que requieren la intervención de mandos superiores o que comprenden muchos puntos críticos variables" (8).

C) "Dificultades en la estimación de los costes del

proyecto y de las necesidades de recursos" (9).

D) "Dificultades en evaluar el grado de avance del proyecto por los mandos superiores" (10). Este factor se acrecenta en aquellos proyectos - programas de I+D que se pueden calificar de "todo o nada" donde o funcionan completamente o el trabajo y recursos invertidos carece de utilidad.

E) Deficientes mecanismos de gestión: "Muchas de las herramientas usadas por la dirección son difíciles de utilizar o simplemente inútiles. Esto es particularmente cierto para el análisis PERT (Programa de evaluación y revisión técnica)" (11).

F) Insatisfacción ante la información disponible: Siempre será menor en volumen y más subjetiva que lo que sería deseable.

Aunque pudiéramos continuar esta lista, todas las inclusiones posibles, conjuntamente con las citadas, convergen en las siguientes direcciones:

A) La planificación del sistema de I+D, aunque necesaria, pierde gran parte de su importancia porque carece de criterios de evaluación exactos y sobre todo de capacidad de realimentación. En consecuencia, la planificación de proyectos - programas de I+D debe estar asentada en otro tipo de bases de cálculo que posibilite su implantación y aplicación tal y como se expone en el capítulo 15.

B) El empleo de técnicas provenientes de otros campos como el método Montecarlo, árboles de decisión, VAN, TIR, etc. debe ser considerada con mucha precaución pues se incumplen muchas de sus premisas iniciales (12).

C) El grado de innovación del proyecto - programa de I+D es directamente proporcional al nivel en que estas

dificultades y deficiencias aparecen en la etapa de evaluación.

5.- SEGUNDA ETAPA: INVESTIGACION Y DESARROLLO.

"Esta etapa incluye la investigación de laboratorio encaminada hacia la definición de las características tecnológicas de los nuevos procesos o productos y de sus mejoras (...). Suponiendo que los hallazgos científicos y tecnológicos sean favorables, entonces en esta segunda fase se incluirán así mismo unos estudios económicos y de mercado para poner al día e incrementar el grado de confianza de los datos acumulados durante la primera fase" (13).

"La decisión de continuar acelera la elaboración de las especificaciones que servirán para fabricar el o los prototipos necesarios. Estos prototipos se construyen tras un análisis completo de la viabilidad de la producción que incluye una proyección del coste a gran escala (a diferentes niveles), pruebas de compatibilidad con el sistema actual de fabricación (determinación de posibles factores que permitan aprovechar la experiencia) y la determinación de la disponibilidad y estabilidad de los recursos (tales como las materias primas y los componentes, la seguridad en el suministro y la dependencia de recursos restringidos)" (14).

"Normalmente, un prototipo está pensado para actuar como una unidad completamente funcional, que actúe de forma equivalente al producto final, pero construido de forma que fácilmente pueden incorporársele cambios y modificaciones" (15).

Durante la ejecución de esta etapa, asistimos a:

A) Una reducción gradual de los riesgos estratégicos, tecnológicos, y organizativos.

B) Un aumento del volumen de recursos implicados en el

proyecto - programa de I+D y por consiguiente a un incremento del riesgo comercial, financiero y del "coste de oportunidad".

C) Un primer resultado provisional; el prototipo o la planta (proceso) piloto donde se materializa la innovación tecnológica perseguida.

De la misma manera que en la etapa anterior, el repertorio de decisiones con las cuales se da por terminada la investigación y desarrollo es muy limitado (16):

A) Aceptación del prototipo o planta (proceso) piloto.

B) Rechazo del prototipo o planta (proceso) piloto con el consiguiente abandono del proyecto - programa de I+D:

C) Redefinir el proyecto - programa de I+D en caso de no conseguir un prototipo viable.

6.- ASPECTOS MAS RELEVANTES DE UN PROYECTO - PROGRAMA DE I+D EN LA ETAPA DE INVESTIGACION Y DESARROLLO.

La misión de esta segunda etapa, es garantizar la viabilidad técnica de la innovación y constituye el núcleo del proceso hacia la comercialización de la innovación tecnológica conseguida. Paralelamente a su implantación, aparecen una serie de manifestaciones de la naturaleza de los proyectos - programas de I+D dignos de ser tenidos en cuenta para garantizar un adecuado proceso de selección de los mismos y para no comprometer su ejecución. Estos aspectos son dos:

6.1.- Necesidad de activos intangibles por parte de los proyectos - programas de I+D.

Con relativa frecuencia, en todo modelo de valoración de

inversiones únicamente se consideran aquellos bienes tangibles susceptibles de ser cuantificados (17). El problema, aparece cuando para alcanzar la plena optimización de este tipo de bienes, es necesaria la presencia de otros factores intangibles. Como acertadamente ha señalado Porter tanto a nivel global: (18)

"Innovación y modernización provienen de inversiones sostenidas en bienes físicos así como en bienes intangibles como conocimientos técnicos de los empleados o relaciones con los proveedores."

Como a nivel particular: (19)

"Por ejemplo, un activo físico tal como una nueva factoría, podría no alcanzar su nivel potencial de productividad al menos que la empresa haga inversiones paralelas en bienes intangibles como entrenamiento del personal o rediseño de productos."

Esta realidad de las inversiones en general, alcanza su máxima expresión en el ámbito de la función de I+D donde sus proyectos - programas incluyen todo tipo de bienes intangibles; desde información y experiencia, hasta formación o colaboración con otras entidades.

De forma similar a otras circunstancias analizadas de los proyectos - programas de I+D, esta necesidad de activos intangibles se hace mayor a medida que el grado de innovación crece.

Una vez contrastada esta peculiaridad, aparece otro tema más complejo y profundo como es la remuneración de estos recursos intangibles. No se trata pues de un simple problema de cuantificación de unos requerimientos, además se debe tener presente el coste asociado a los mismos. Casi con toda seguridad, es en el terreno del factor humano formado y experimentado donde la remuneración de los activos intangibles de un proyecto - programa de I+D alcanza una mayor variedad. El esquema es muy

sen̄cillo, en su intento de captar y retener estos recursos humanos, las organizaciones diseñan planes de recompensa para los individuos claves. Estos planes pueden ir desde una participación accionarial liberada en la empresa en el supuesto de éxito del proyecto - programa de I+D, hasta una asignación porcentual en los "royalties" generados por la comercialización de la innovación. Lamentablemente, en el caso de otros activos intangibles, el problema de la remuneración de estos, suele constituir una asignatura pendiente de las técnicas de gestión de proyectos y programas de I+D (20).

6.2.- Los proyectos - programas de I+D como generadores de opciones.

Aceptando que "la mayoría de las inversiones son una inseparables combinación de "cash - flow" y opciones" (21) podemos afirmar que al igual que con los bienes intangibles, existe una tendencia manifiesta a despreciar el valor de estas posibles opciones como algo merecedor de ser tenido en cuenta cuando trabajamos con proyectos - programas de I+D. Esta deficiencia, se agudiza en las inversiones en I+D, porque "el valor de las opciones puede incluso superar el de los 'cash-flows' esperados (...)" (22). El propósito de este apartado es descubrir algo más sobre la naturaleza de las opciones generadas por los proyectos - programas de I+D (23).

6.2.1.- Concepto de opción en un proyecto - programa de I+D: "Una opción, es en este contexto, la posibilidad pero no la obligación de aprovecharse de oportunidades disponibles en una fecha posterior que no hubiesen sido posibles sin una inversión previa. A diferencia del 'cash-flow', cuyo valor puede ser positivo o negativo, el valor de una opción nunca puede ser menor que cero porque pueden ser abandonadas. Las opciones por lo tanto pueden añadir únicamente valor a la inversión y sólo tienen sentido bajo incertidumbre, si el futuro es perfectamente predecible ellas no tienen valor" (24).

6.2.2.- Importancia del concepto opción: Diversos autores han subrayado como algo inherente a los proyectos - programas de I+D la generación de opciones. A continuación, ofrecemos una muestra de estas opiniones:

"I+D es ampliamente aceptada como una actividad con VAN positivo. Ella contribuye a los beneficios económicos porque es un medio de crear opciones de crecimiento. Las opciones de crecimiento, dependen de la creación de nuevas tecnologías, la identificación de nuevas aplicaciones para las tecnologías existentes o una combinación de las dos" (25).

"Una empresa relativamente diversificada, puede desarrollar opciones de crecimiento a través de actividades de I+D. Estas actividades se pueden enfocar en nuevas tecnologías y/o nuevas aplicaciones para las existentes" (26).

"Compromisos con tecnologías emergentes o descubrimientos potenciales son difíciles de justificar en términos convencionales de retorno de una inversión. Estos compromisos, pueden ser pensados más exactamente como una compra de opciones en oportunidad. Compromisos relativamente modestos (y por tanto de riesgo limitado) pueden dar el potencial para mejorar ventajas competitivas. La realización de este potencial depende de contingencias técnicas y comerciales todavía no resueltas, pero si la opción no es perseguida el potencial no existirá" (27).

A este breve repertorio de citas, lo juzgamos como prueba suficiente del papel fundamental que la noción de opción adquiere en un marco de trabajo de I+D.

6.2.3.- Características de las opciones generadas por los proyectos - programas de I+D: Pueden ser resumidas en los siguientes puntos:

A) El valor actual de una opción se incrementa con la incertidumbre y duración del proyecto (28).

B) Es en los proyectos - programas de I+D con consecuencias estratégicas a largo plazo donde las opciones son frecuentemente la parte más valiosa de las inversiones (29).

C) La precisión en el cálculo del valor de las opciones es algo ilusorio. Excepto para las más simples, el cálculo exige realizar asunciones y estimaciones heroicas (30).

D) El juicio empresarial bien informado y experimentado, es un excelente sustituto práctico del exacto valor de una opción. Por tanto, estos juicios empresariales deberían ser incluidos en un proceso formal de toma de decisiones (31).

E) Teóricamente, el valor de una opción estaría limitado. El menor sería cero (no se ejerce o no se presenta) y el límite superior es el VAN de la alternativa más beneficiosa (32).

6.2.4.- Tipos de opciones generadas por un proyecto - programa de I+D: "Las opciones reales pueden ser de dos tipos:

A) De naturaleza incremental (también denominadas de crecimiento): Proporcionan a las empresas oportunidades futuras, siempre y cuando realicen inversiones adicionales. (...) En general, los proyectos que generan aprendizaje en la organización aplicable en inversiones similares subsiguientes, contienen este tipo de opciones.

B) Generadas por la flexibilidad: Mientras que las opciones incrementales exigen inversiones adicionales,

las opciones de flexibilidad hacen uso de las inversiones realizadas. Si los costes fijos de un proyecto pueden ser cambiados bastante fácilmente, como puede ser moviendo o trasladando la producción si los costes llegan a ser caros, entonces hablamos de una opción de flexibilidad" (33).

6.2.5.- Opciones y "serendipity": En el anexo III en su pregunta 6; "El azar o casualidad como variable propia del sistema de I+D", analizábamos el significado y contenido del término "serendipity". Volvemos ahora sobre él porque creemos que a los dos grupos de opciones definidos en el punto anterior, es posible añadir un tercero al que denominaríamos "opciones de éxito por casualidad". Con esta calificación nos referimos a la posibilidad de encontrar unos resultados no esperados dentro de un proyecto - programa de I+D y comercialmente viables.

Su estimación es muy difícil. No obstante, debe estar latente en todo análisis de un proyecto - programa de I+D pues constituye un rasgo diferencial de primera magnitud frente a otras inversiones más convencionales, donde una mayor capacidad de planificación, unos niveles menores de riesgo y unos objetivos muy claros impiden la posibilidad de encontrarse "resultados positivos por azar."

Como se señaló en el anexo indicado, las repercusiones económicas de este tipo de opción pueden ser sorprendentes.

6.2.6.- Ejemplos de opciones aprovechadas: Revisando diferentes fuentes bibliográficas aparecen casos reales que muestran la importancia del concepto opción:

A) Ejemplo de opción incremental aprovechada: "(CORNING Inc.) determinada a ser un líder en todos los aspectos de la tecnología del cristal, gastó millones en investigar en campos como cristales

especiales para láser y métodos de fabricación de parabrisas de alta calidad. Ninguno de los proyectos se rentabilizó en productos, pero la experiencia acumulada sí se convirtió en beneficios. La investigación en láser capacitó a la compañía para desarrollar la fibra óptica pura; la "autopista de la edad de la información", y la tecnología de los parabrisas se convirtió en algo que pronto sería un mercado de 100 millones de dólares al año para la CORNING: Cristal para las pantallas de ordenadores portátiles" (34).

B) Ejemplo de opción de flexibilidad aprovechada: Un cambio en la normativa reguladora de cualquier actividad puede permitir a la empresa adaptar antiguos proyectos - programas de I+D (inicialmente desechados) a las nuevas condiciones impuestas legalmente. Un caso puede ser el proyecto de micro-coche "Today" de la empresa HONDA: (35)

"En 1.988, se produce una modificación sustancial en la regulación gubernamental en los estándar necesarios para el motor y tamaño de los micro-coches en Japón. HONDA aprovechó sus opciones dando una nueva dimensión al trabajo realizado en este sentido y sacó al mercado el "Today" en tan sólo doce meses, comparado con los 24 - 36 meses necesarios normalmente".

C) Ejemplo de "opciones de éxito por casualidad" aprovechadas: Aparecen reflejadas en el anexo III, pregunta 6.

6.2.7.- Tratamiento de las opciones de los proyectos - programas de I+D: Según lo visto, es posible asegurar que cada proyecto - programa de I+D comprende un "paquete" de opciones inherentes. La contemplación de este componente, reporta los siguientes beneficios: (36)

"Primero: Una mayor precisión en la valoración de proyectos estratégicos, los directivos podrán realizar una toma de decisiones con mayor información y por tanto, mejores decisiones de inversión. Segundo: Los directivos pueden identificar la correcta herramienta para el trabajo de toma de decisiones. El VAN es un criterio equivocado para una inversión propuesta con muchas opciones. Finalmente, el análisis de las opciones puede también ayudar en la planificación temporal de las inversiones que son mejor realizar antes que la incertidumbre ambiental se resuelva (aquellas con opciones importantes) y aquellas que deben ser diferidas".

Profundizando en la mejora apuntada en las decisiones de inversión, conviene señalar como se ha pretendido completar la metodología sustentada en la evaluación de los "cash-flow" mediante la introducción de tres etapas adicionales:
(37)

"Primero; identificación de las opciones inherentes para una inversión dada.

Segundo; evaluación del entorno y circunstancias bajo las cuales cada opción podría ser ejercitada.

Por último; los directivos juzgan si el valor agregado de las opciones pesa más que algún déficit detectado en los "cash-flow" de la inversión.

Esta técnica es útil porque identifica de forma más precisa que es lo que hay que tener en consideración por parte de los directivos sobre y por encima de los "cash-flow" de los proyectos".

En los dos últimos capítulos, se volverá a tratar las opciones en el marco de las decisiones de selección de proyectos - programas de I+D.

7.- TERCERA ETAPA: EJECUCION COMERCIAL.

El proyecto - programa de I+D, que había sido algo interno a la empresa, en esta etapa sufre una alteración sustancial. La innovación se transforma de un prototipo casi artesanal o de una planta piloto rudimentaria, en un producto vendible o en un proceso utilizable.

"La culminación del esfuerzo realizado en la I+D es la implementación a gran escala de un proyecto con éxito. Habitualmente, al alcanzar este punto, ya no es posible dar marcha atrás a causa de las grandes inversiones necesarias en diseños de ingeniería, construcción, fabricación de equipos, puesta en marcha y lanzamiento del producto" (38).

"La fase de ejecución comercial se concentra en las características competitivas del producto y en los sistemas de distribución para satisfacer las necesidades del consumidor. Las estrategias de fabricación deben concentrarse en procesos específicos o tecnologías de fabricación. Esto debe suceder simultáneamente con el desarrollo de programas detallados de marketing para cada segmento de mercado" (39).

Por la propia concepción de lo que es la ejecución comercial, se mantiene en vigor todo lo apuntado en el capítulo anterior para la segunda fase de un proyecto - programa de I+D y en especial a la diversificación contemplada de las innovaciones mediante plataformas, derivados, etc.

Si en las etapas anteriores, el punto final venía determinado por un agregado de decisiones, resulta paradójico que el resultado de esta sea medido a través de un juicio de valor; éxito o fracaso del proyecto - programa de I+D. Las posibilidades de escapar de una consideración inicial de fracaso pasa por la realización de nuevas inversiones (mayoritariamente en plataformas y derivados) conjuntamente con un "rediseño" del plan de marketing y de actuaciones comerciales.

Estas decisiones correctoras sirven de arranque del necesario

proceso de realimentación de la función de I+D que cimiente la experiencia en los sistemas empleados de planificación, ejecución, valoración, etc. de proyectos - programas de I+D (40).

8.- ASPECTOS MAS RELEVANTES DE UN PROYECTO - PROGRAMA DE I+D EN LA ETAPA DE EJECUCION COMERCIAL.

La principal preocupación en esta etapa, es averiguar cómo y debido a qué, los outputs de un proyecto - programa de I+D adquieren consistencia material y resultados medibles. Sin perder de vista esta necesidad, a continuación presentamos una serie de problemas que aparecen en la parte final de todo proyecto - programa de I+D. Debe notarse como en ocasiones, actuarán como restricciones a las actividades de I+D, mientras que en otros casos serán auténticas demandas de los proyectos - programas de I+D.

8.1.- La propiedad de la innovación creada a partir de un proyecto - programa de I+D. (41)

Sí bien "en los proyectos de inversión en bienes y equipos de capital la cesión de la propiedad se adquiere en el momento en que se termina el pago (sistema sajón o alemán) o en el momento en que se entregan las cosas y hay un procedimiento de pago acordado entre las partes (sistema jurídico latino)" (42) esto no ocurre igual con las innovaciones propiciadas por los proyectos -programas de I+D.

Para los resultados de las inversiones en I+D, salvo excepciones, la atribución de la propiedad se realiza mediante una legislación especial sobre propiedad industrial y patentes. Con este cuerpo legal se accede al reconocimiento de los derechos de dominio, explotación y comercialización de las innovaciones tecnológicas. Sin posibilidad material de entrar en el complejo entramado jurídico que plantea la mera existencia de esta legislación, nos limitaremos a centrar este asunto dentro de la gestión de proyectos - programas de I+D. En primer lugar, conviene apuntar

las urgente necesidad de plantearse esta cuestión desde la etapa de evaluación teniendo presente estos tres aspectos:

A) Sector de la actividad (43): Nos puede ser útil para interpretar pautas de comportamiento con relación al fenómeno imitación. La diferenciación sectorial permite encontrarnos con sectores productivos como el farmacéutico donde es fácil dificultar la "ingeniería inversa", u otros como la electrónica de consumo, donde desmontar un aparato innovador y ensamblar un plagio es relativamente sencillo.

B) Régimen de propiedad (44): Los sectores pueden ser clasificados en aquellos que poseen un régimen de propiedad industrial fuerte o débil en función de la garantía jurídica efectiva y práctica otorgada al poseedor de una patente.

C) Tamaño de la empresa y su cuota relativa de mercado (45): Un fenómeno muy común en ciertos sectores es la "canibalización" de las innovaciones procedentes de pequeñas empresas, por parte de las grandes del sector, las cuales actúan como verdaderos poderes monopolistas defendiendo su supremacía. El razonamiento que subyace en esta actitud es el elevado volumen de recursos financieros necesarios para conseguir y mantener los derechos jurídicos garantes de la propiedad de una innovación. Esto es conocido por las empresas grandes que someten a las menores a batallas legales y comerciales para las cuales, las PYMES carecen de potencia financiera.

En las economías más desarrolladas del planeta, como consecuencia de esta situación jurídico - legal, se está asistiendo a una serie de actuaciones que afectan negativamente las actividades de I+D en tres sentidos:

A) Reducción del ciclo de vida de las innovaciones por el desposeimiento comercial de la explotación. La irrupción

inmediata de imitadores que bordean la legalidad de las patentes, merma la capacidad de generación de beneficios del promotor de la innovación al ver este como le es arrebatada parcialmente su cuota de mercado. En este sentido resulta contradictorio que los beneficios derivados de una inversión en I+D puedan recaer en otras personas físicas o jurídicas distintas de los legítimos promotores.

B) Posibilidad de litigio por las patentes. Existe un "factor sorpresa" que condiciona el transcurso de la etapa de ejecución comercial; el riesgo de verse implicado en alguna categoría de demanda por empleo de determinados tipos de tecnologías o productos. El cómputo de las costas judiciales, honorarios de abogados y posibles indemnizaciones pueden desequilibrar todas las planificaciones previas de resultados esperados de proyectos - programa de I+D.

Este comportamiento se está generalizando en sus dos direcciones posibles:

B1) Aumento de las demandas.

B2) Aumento de las indemnizaciones reclamadas: En el sector industrial, hablar de cientos de millones de dólares de reclamación, es considerado como normal. Por el contrario, en sectores como la programación informática las demandas se elevan hasta los miles de millones de dólares. (Por ejemplo en la demanda sostenida por APPLE contra MICROSOFT por la tecnología de su programa Windows).

Los efectos de esta corrientes de litigios, difieren enormemente en función del tamaño de la empresa. Así las empresas grandes y medianas debido al incremento de las indemnizaciones y de disputas legales por las patentes, han acelerado los intercambios de licencias y las alianzas

(46). Pero también, puede sembrar la desconfianza, haciendo a las alianzas de alta tecnología menos productivas de lo que debieran ser. Al mismo tiempo, las batallas por las patentes, podrían cerrar las puertas de la innovación tecnológica a docenas de compañías más pequeñas que carecen del dinero para enfrentarse a interminables juicios y no poseen activos tecnológicos con los cuales negociar.

8.2.- Desinversión y valor residual de los proyectos - programas de I+D.

Bajo este título se recoge el valor de mercado de los activos afectos a un proyecto - programa de I+D cuando termina este o cuando finaliza su vida útil. Por tanto nos encontramos con una posible desinversión a producirse en uno de los dos instantes siguientes; determinación del éxito o fracaso del proyecto - programa de I+D, o culminación del nivel de utilidad previsto.

La transmisión de la propiedad de dichos activos puede ser negociada en bloque o parcialmente, pero siempre se ve dificultada por los siguientes dos factores:

A) Los proyectos - programas de I+D tienen activos materiales de usos muy específicos y sometidos a grados muy elevados de obsolescencia y desgaste. Esto, condiciona sobremanera la recolocación y reutilización potencial por inconvenientes de índole:

A1) Geográfica: Imposibilidad de traslado de maquinaria y personal.

A2) Temporal: Enseguida serán reemplazados en el mercado por productos sustitutivos más eficientes y económicos.

A3) Dimensional: El hipotético cliente del valor residual puede tener un menor tamaño y desarrollo

tecnológico.

A4) Integridad: Es muy complicado transmitir una unidad de I+D completa.

La única alternativa comercial en este contexto es "tirar los precios" o dicho de otra forma estimar desde el comienzo un valor residual nulo.

B) Los proyectos - programas tienen un alto componente de activos inmateriales como se ha comprobado. Así, cuando se califica a un proyecto - programa de fracaso (porque no ha producido los resultados apetecidos) o cuando ha madurado (porque la innovación ha sido mejorada o sustituida por otra), la valoración de estos activos intangibles es prácticamente nula. Además, de alguno de ellos (entrenamiento del personal, por ejemplo) la empresa pierde el control económico y la capacidad de disposición corresponde al propio interesado.

En el lado positivo, cabe destacar como una tradición y experiencia demostrada en la gestión de proyectos - programas de I+D por parte de un centro de investigación o división de una empresa es un activo inmaterial de incalculable valor cuando se quiera transmitir el mismo como un todo (47).

8.3.- Recursos complementarios de un proyecto - programa de I+D.

El centro de la estrategia de I+D es ligar las capacidades internas del sistema de I+D con un entorno externo altamente competitivo (48). En este contexto, definimos como recursos complementarios de un proyecto - programa de I+D, al conjunto de bienes físicos, recursos humanos y financieros, así como a los saberes organizativos y estratégicos de toda especie, imprescindibles para integrar el entorno externo en el cual se comercializará una innovación, con las capacidades internas que posibilitaron su desarrollo.

La presencia de estos recursos complementarios está más que justificada; "en la mayoría de los casos, la comercialización adecuada de una innovación requiere la utilización junto con el saber hacer (generado por ella) de una serie de capacidades o tareas complementarias" (49). Por lo tanto, de ellos depende en gran medida la difusión con éxito de la innovación.

8.3.1.- Características de los recursos complementarios: Ante cada innovación tecnológica surge la selección de un conjunto de recursos complementarios que favorezcan su difusión. Esta elección, estará respaldada por los siguientes atributos de los recursos complementarios:

A) Naturaleza múltiple: Por su función integradora entre el mercado y la empresa, aparecen numerosos enfoques factibles para canalizar este objetivo. De acuerdo con esto, los recursos complementarios poseerán una naturaleza propia que será necesario conocer en profundidad.

B) Dependencia: Entre innovación y recursos complementarios se establece una relación jerárquica que gobernará la difusión y comercialización de la primera. No entender esta complementariedad, puede ocasionar graves perjuicios al retrasar o aniquilar el proceso de difusión de las innovaciones.

C) Procedencia y control: Las estructuras productivas actuales, y las diferentes tecnologías que cualquier sector emplea, hacen muy difícil que un promotor de un proyecto - programas de I+D domine la amplia gama de recursos complementarios exigidos por el mercado.

D) Amplitud de uso: La relación establecida entre el grado de innovación y posibilidades de comercialización o conversión con nuevos proyectos - programas de I+D (como ocurre durante la segunda

fase), nos obliga a considerar las adaptaciones necesarias en los recursos complementarios a cada situación, segmento o nicho de mercado.

8.3.2.- Clasificación de los recursos complementarios: En el punto anterior, hemos citado cuatro aspectos definitorios de los recursos complementarios. Ahora vamos a aprovecharlos para establecer otros tantos criterios de clasificación. Finalmente, añadiremos otro criterio más basado en su importancia relativa. A modo de resumen, el cuadro nº6.1 ofrece los criterios posibles de clasificación y las categorías resultantes que se explican a continuación.

Cuadro nº6.1.- Clasificación de los recursos complementarios de proyectos - programas de I+D.

A) Según su NATURALEZA:

- | |
|---|
| A.1) R.complementarios de variables de marketing. |
| A.2) R.complementarios de propiedades de la innovación. |

B) Según la DEPENDENCIA con la innovación:
--

- | |
|--|
| B.1) R.complementarios genéricos. |
| B.2) R.complementarios especializados. |
| B.3) R.complementarios coespecializados. |
| B.4) Codifusión de innovaciones. |

C) Según el CONTROL:

- | |
|---------------------------------|
| C.1) R.complementarios propios. |
| C.2) R.complementarios ajenos. |

D) Según la AMPLITUD de su uso:

- | |
|-----------------------------------|
| D.1) R.complementarios globales. |
| D.2) R.complementarios parciales. |

E) Según su IMPORTANCIA en la DIFUSION de la innovación:
--

- | |
|------------------------------------|
| E.1) R.complementarios críticos. |
| E.2) R.complementarios accesorios. |

La nomenclatura de este cuadro, se corresponde con los apartados del texto donde se detallan cada categoría.
--

A) Clasificación de recursos complementarios atendiendo a su naturaleza: Tienen dos orígenes a saber:

A1) Recursos complementarios provenientes de las variables de marketing: Al igual que cualquier otro producto, cada innovación lanzada al mercado exige un adecuado plan de marketing. Esta conclusión ha sido probadas sin reservas por estudios empíricos; "investigaciones de marketing señalan que la difusión (de innovaciones) está también afectada por las variables del "marketing-mix": producto, precio, distribución y promoción" (50). Sí quisiésemos detallar más sobre este respecto, encontraríamos en cada una de estas variables aludidas una "subfuente" de recursos complementarios. Un ejemplo de hábil empleo de los recursos complementarios del marketing, lo constituye la empresa americana HARLEY-DAVIDSON (51) entre 1.984-1.990 al estructurar todos sus planes de marketing alrededor de su tradicional imagen de marca con sus connotaciones positivas. Al mismo tiempo mediante una adecuada planificación de proyectos - programas de I+D redujo sus desventajas con la competencia en costes de producción, procesos de fabricación, tecnología motriz, etc. La evolución de su cuota de mercado fue el testigo del acierto; a mediados de los setenta HARLEY-DAVIDSON ostentaba un 40% del mercado que cayó a un 23% en 1.983. Tras la aplicación de la estrategia citada esta cuota se recuperó hasta el 63% en 1.989. Una evolución similar sufrieron sus ventas de mercados exteriores.

A2) Recursos complementarios que explotan alguna propiedad de la innovación en cuestión: La literatura de la conducta en la difusión de innovaciones (52) identifica cinco características que afectan a su adopción:

- 1.- Ventajas relativas frente al resto de alternativas.
- 2.- Compatibilidad con los valores de los usuarios.
- 3.- Capacidad de ser probada.
- 4.- Observabilidad de los resultados.
- 5.- Complejidad de la innovación.

Mientras las cuatro primeras favorecen la adopción de la innovación, la quinta lo impide.

Desde la etapa de evaluación se debe prestar atención a estos cinco parámetros como condicionantes de primera magnitud de la innovación. Una experiencia ilustrativa de esta categoría de recursos complementarios lo constituye la capacidad de reproducir cassettes tradicionales que el DCC de PHILIPS tiene. Esta aptitud, ha sido esgrimida hasta la saciedad en su guerra comercial con el Mini-Disc de SONY, el cual carece de ella.

B) Clasificación de los recursos complementarios atendiendo a su dependencia con relación a la innovación: David J. Teece ha definido las tres clases siguientes: (53)

B1) Recursos genéricos: Son recursos de tipo general que no necesitan adaptarse a la innovación en cuestión.

B2) Recursos especializados: Son los que presentan una dependencia unilateral (la innovación depende del recurso o viceversa) entre la innovación y el recurso complementario.

B3) Recursos coespecializados: Son los que presentan una dependencia bilateral entre innovación y recursos complementarios.

El mismo autor, propone los siguientes ejemplos: (54) "Por ejemplo, la introducción de motores rotatorios por MAZDA, necesitó la puesta a punto de un servicio de reparaciones especializado. Estos recursos son coespecializados porque existe una dependencia mutua entre la innovación y el equipo de reparaciones. La utilización de contenedores, del mismo modo, necesitó del desarrollo de tareas coespecializadas para adaptar los barcos y las terminales. Sin embargo, la dependencia del transporte con camiones respecto al transporte de contenedores en barcos, fue menor que a la inversa ya que convertir la caja de los camiones en superficies planas representaba un coste menor (recurso especializado). Un ejemplo de recurso genérico pueden ser los equipos de producción necesarios para realizar zapatillas deportivas. Se pueden emplear maquinarias genéricas en todo el proceso excepto en la realización del molde de las suelas."

A la clasificación del profesor Teece, proponemos añadir una cuarta categoría:

B4) "Codifusión" de innovaciones: En principio, pudieran parecer un caso particular de los recursos coespecializados, pero el calibre de la problemática que se plantea cuando una innovación necesita de otra para su difusión justifica esta segregación.

"Por codifusión queremos referirnos a la interacción positiva entre las demandas de innovaciones complementarias y que tienen diferentes vías de adopción. Esta interacción aparece porque la adopción de una innovación refuerza el valor de la otra al usuario final" (55). "Las relaciones de codifusión son importantes cuando quiera que las vías de adopción son al menos casi independientes, esto es que una de las dos tecnologías puede ser adquirida sin la otra. Por ejemplo, las televisiones pueden ser usadas sin

videos, o los ordenadores y un específico programa de software (...). Estos ejemplos han sido denominados como productos contingentes y complementarios respectivamente en investigaciones previas" (56).

Por tanto, en este apartado, el recurso complementarios de una innovación tecnológica está constituido por otra:

"Consideramos dos innovaciones complementarias a aquellas tales que la presencia en el mercado de una de ellas podría incrementar el valor de la otra para los usuarios finales. Arbitrariamente, una de las dos podría ser etiquetada de innovación focal, la otra, por defecto es designada innovación complementaria" (57).

Una situación tipo de "codifusión" de innovaciones, ha sido el proceso de expansión simultáneo de los "scanners" en las grandes superficies comerciales como lectores de precios y los "códigos de barras" (Universal Product Code) entre los fabricantes como un elemento más en la identificación de productos. La primera de estas dos innovaciones sería la focal, mientras que la segunda sería la complementaria (este ejemplo está tomado de (55)).

C) Clasificación de los recursos complementarios en relación al control sobre los mismos: La vertiente estratégica de los recursos complementarios (ver punto siguiente) tiene en la decisión de desarrollarlos (internamente) o contratarlos, gran parte de su razón de ser. De esta forma es viable hablar de:

C1) Recursos complementarios propios: Tanto la propiedad como el control están integrados en el seno de la organización innovadora quien además, asume las

responsabilidades de su selección, adquisición, gestión, coordinación y control.

C2) Recursos complementarios ajenos: La propiedad, pero no el control total, pertenecen a terceros ajenos al promotor de la innovación. Contractualmente, esta relación puede ser articulada desde una alianza estratégica (58) en su grado más absoluto, hasta en convenios de distribución, prestación de servicios o comisión mercantil en su grado mínimo.

Dependiendo de esta formalización jurídica, las funciones a realizar entre las partes variarán, pero en términos generales la empresa innovadora se reservará las potestades de selección, adquisición (sí procediera), y control de los recursos complementarios, mientras que el tercero se ocuparía de la gestión. Con respecto a la coordinación de los mismos, es difícil establecer una pauta de comportamiento a priori. Para una innovación tecnológica concreta, es recomendable el diseño de una paquete de recursos complementarios combinando las formas diferentes de vinculación expuestas al objeto de llegar al mayor número de consumidores potenciales con el menor coste.

De lo expuesto se deduce que la elección recursos complementarios propios o ajenos afecta a toda y cada una de las facetas del proceso de difusión de la innovación.

D) Clasificación de los recursos complementarios considerando su amplitud de uso: La planificación adecuada de los recursos complementarios, debe contemplar acertadamente el proceso de acercamiento al mercado (fase segunda de todo proyecto - programa de I+D) de la innovación. En función de esto, podremos definir:

D1) Recursos complementarios globales: Sea cual sea el diseño de la segunda fase del proyecto - programa de I+D, y con independencia del perfil de los mercados donde se pretenda comercializar la innovación, los recursos complementarios globales estarán presentes en todas las circunstancias previstas. Constituyen el cimiento del proceso de innovación.

D2) Recursos complementarios parciales: Responden a un intento de adecuar el proceso de difusión de una innovación a las condiciones particulares demostradas por la tipología de mercados donde se venderá. Su empleo se realiza con un criterio discrecional, estando limitado a algunas manifestaciones de la innovación, segmentos de mercado, etc. Pretenden una "personalización" de la innovación hacia el cliente final, buscando un mayor poder de difusión.

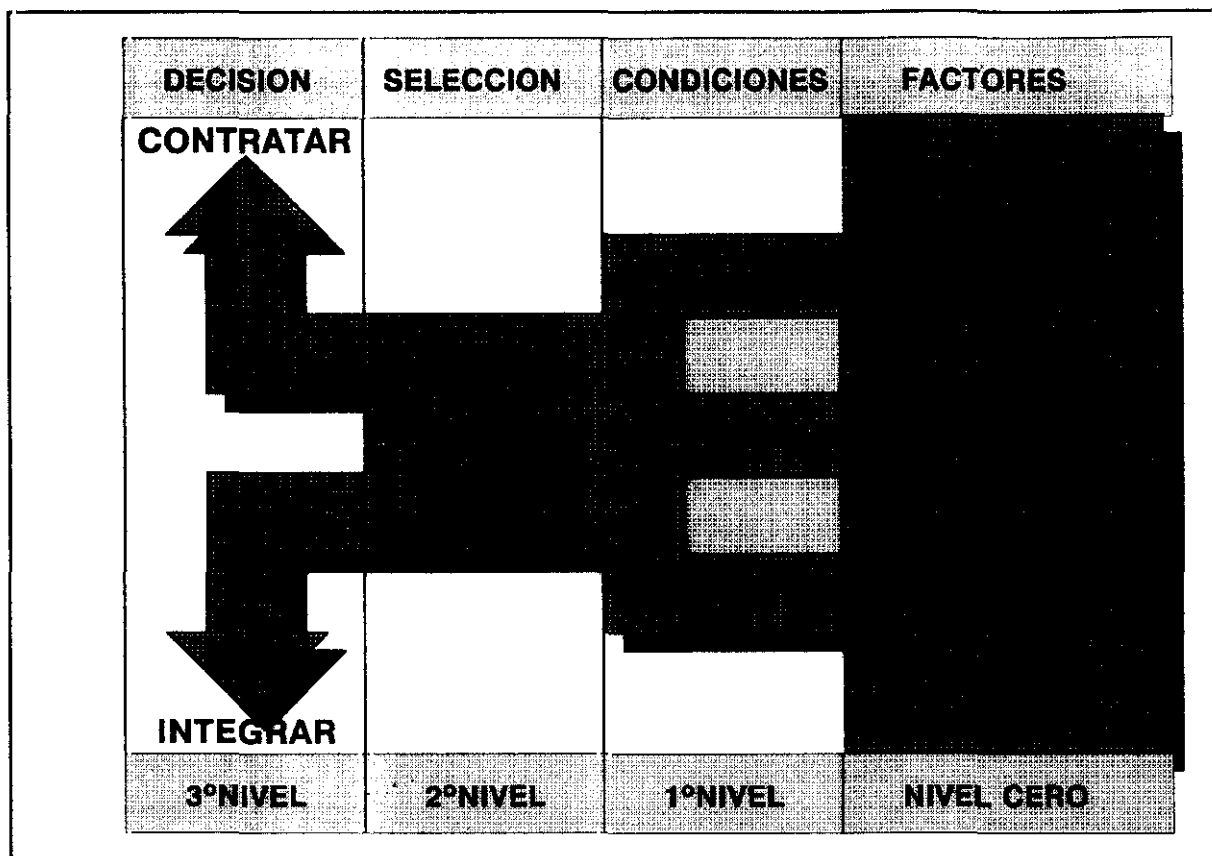
E) Clasificación de recursos complementarios atendiendo a su importancia relativa en el proceso de la difusión de una innovación: Este criterio se puede considerar el colofón de los anteriores. Aunque presenta ciertas debilidades prácticas para una identificación satisfactoria, es posible deducir la existencia de dos grandes grupos:

E1) Recursos complementarios críticos: Convierten con su buen o mal funcionamiento y eficacia, a la innovación en un éxito o fracaso comercial. Con esta importante función, conviene detenerse en las cualidades que deben reunirse para alcanzar esta condición:

A) Compatibilidad con el resto de categorías de recursos complementarios analizadas.

B) Dependencia del recurso complementario con respecto a la innovación y no en la lectura

inversa.



Cuadro nº6.2.-"Proceso de decisiones estratégicas sobre los recursos complementarios."

C) Posicionamiento de la competencia en relación con la propiedad y control de un mismo tipo de recursos complementarios.

D) Régimen de propiedad industrial de la innovación. (Si es fuerte la necesidad de recursos complementarios críticos es menor que si es débil, situación esta donde la salvaguardia de los beneficios de la innovación requiere el empleo inteligente de este tipo de recursos complementarios).

E2) Recursos complementarios accesorios: Su importancia es relativa en la evaluación del éxito o fracaso de una innovación. Esta valoración no puede

ocultar la importancia que esta categoría de recursos complementarios puede tener a la hora de calificar una manifestación derivada de la misma innovación. Los rasgos más sobresalientes son; fácil sustitución, importancia económica reducida, reversibilidad de sus efectos, economía de tiempos, etc. Por último, señalar que su misión es potenciar entre el público objetivo la imagen proporcionada por la innovación.

8.3.3.- Decisiones estratégicas y selección de recursos complementarios: Las decisiones y selección de recursos complementarios destacan como areas de vital importancia. En el cuadro nº6.2 hemos resumido esquemáticamente como tiene lugar este proceso.

En primer lugar, a un nivel que podríamos denominar como cero, se procedería a identificar, inventariar, cuantificar, analizar, etc. aquellos factores que a priori pudieran constituirse en condicionantes, limitaciones o restricciones al proceso de difusión de una innovación tecnológica concreta.

A un primer nivel estratégico, se procederá a agrupar los factores detectados anteriormente en tres grandes grupos; factores del mercado objetivo, de la gestión del proyecto - programa de I+D, y de la propia innovación generada. La finalidad última de esta agrupación es la consecución de un listado homogéneo de requisitos necesarios a satisfacer por los recursos complementarios en cada uno de estos tres ámbitos de actuación.

Conocidas estas exigencias, a un segundo nivel estratégico se procederá a seleccionar de manera objetiva y teniendo presente las prácticas de la competencia, aquellos recursos disponibles en el mercado que mejor satisfagan estas.

Finalmente, y en lo que constituiría el tercer nivel, la

dirección de la empresa en función de los datos recibidos; de sus restricciones presupuestarias, etc. deberá decidir si contratar a terceros cada recurso complementario o simplemente si los desarrolla o ejecuta por si misma.

En la mayoría de los casos, se producirá una combinación de recursos integrados en la empresa y contratados con terceros pero esta división, mutuamente excluyente, acarrea una serie de repercusiones que ofrecemos a continuación a modo de reflexiones: (59)

A) "La integración, que por definición implica propiedad, se diferencia de la relación contractual en que facilita la dirección y control."

B) "Si el innovador es además el propietario de los recursos complementarios necesarios para la comercialización, está en situación de obtener beneficios crecientes proporcionados por el aumento de la demanda de recursos complementarios provocados por la innovación."

C) "Si la innovación no tiene una protección legal fuerte y además es fácil de imitar, asegurarse el control de los recursos complementarios puede ser la clave del éxito."

D) "Cuando la imitación es fácil, los movimientos estratégicos para construir o comprar los recursos complementarios especializados, deben realizarse tomando como referencia los movimientos de la competencia."

E) "En caso que el innovador sea una gran empresa con muchos de los recursos complementarios más importantes bajo su control, la integración no tendrá la importancia que en otros casos tendría."

F) "En industrias sometidas a cambios tecnológicos rápidos, la tecnología avanza tan rápidamente que difícilmente una sola empresa dispone del amplio abanico de expertos necesarios para lanzar al mercado productos avanzados en el momento adecuado y con el coste apropiado."

G) "Las decisiones estratégicamente difíciles aparecen cuando el régimen de propiedad es débil y se necesitan recursos especializados para la comercialización. Estos casos, que en la realidad son muy frecuentes, obligan al innovador a realizar un análisis muy cuidadoso de la competencia para conocer sus posibilidades de éxito."

En la configuración de "matriz de decisión", la obra citada en (59) presenta una amplia colección donde se pretende modelizar la toma de decisiones en esta materia atendiendo a diferentes situaciones que se puedan dar.

Como se apuntó brevemente, la realidad empresarial proporciona un empleo mayoritario de fórmulas mixtas: (60)

"No debe sorprender, por tanto, que en el mundo real se den casos de modelos mixtos de organización que incluyen mezclas de contratación e integración. Algunas veces, los modelos mixtos representan fases transitorias. Por ejemplo, debido a la convergencia de las tecnologías de las telecomunicaciones y los ordenadores, las empresas de ambos sectores están descubriendo su complementariedad."

A modo de ilustración de la importancia que las decisiones estratégicas en recursos complementarios tienen sobre el éxito o fracaso en la difusión y atribución de los beneficios de una innovación proponemos en el cuadro nº6.3 un ejemplo real.

Cuadro nº6.3.- La importancia de las decisiones estratégicas en recursos complementarios en la atribución de los beneficios de una innovación tecnológica.

EJEMPLO: El PC de I.B.M. y el MS-DOS de MICROSOFT.

ANTECEDENTES: En 1.980 I.B.M. crea el proyecto "ACORN", un equipo de trece personas con el objetivo de desarrollar un ordenador personal de sobremesa en el plazo de un año. Para ello se instalan en Boca Ratón (Florida) por lo cual es conocido como el "equipo de Boca Ratón".

DECISION SOBRE RECURSOS COMPLEMENTARIOS: En 1.981 es presentado el I.B.M. PC incorporando un microprocesador de 16 bits (el INTEL 8088) y un nuevo sistema operativo (el MS-DOS adaptado para I.B.M. por MICROSOFT, entonces una firma casi desconocida). A diferencia de estos dos recursos complementarios de la innovación que supuso el ordenador personal, el resto de sus componentes podían ser considerados como tecnológicamente maduros.

Estas decisiones de recursos complementarios fueron inadvertidamente el comienzo de la "destrucción" del gigante I.B.M. porque cualquiera podía comprar los componentes, obtener la licencias de los recursos complementarios y participar en el mercado.

RESULTADOS A CORTO PLAZO: Con este producto I.B.M. acaparó en 1.981 un 75% del mercado de ordenadores personales y elevó a la categoría de estándar de la industria informática a sus recursos complementarios sistema operativo y microprocesador. Como consecuencia de lo anterior, en 1.982 COMPAQ Computer Corp. sale al mercado con el primer ordenador personal compatible con éxito gracias a las licencia obtenidas de MICROSOFT. Para 1.983 existen un mínimo de 3.000 productos distintos de hardware y software disponibles en el mercado. Comienza la fabricación de microprocesadores clónicos de los realizados por INTEL. En 1.992, este tipo de imitaciones detentaban el 62% del mercado de los microprocesadores 386 y empezaban a introducirse en el 486.

RESULTADOS A MEDIO PLAZO: Con esta situación de dependencia tecnológica, en 1.987 MICROSOFT e I.B.M. anuncian un nuevo sistema operativo gráfico el OS/2. Pero en 1.990, MICROSOFT lanza su programa - sistema operativo Windows inspirado en los de APPLE. Las ventas del mismo se realizan a expensas de las del OS/2.

RESULTADOS A LARGO PLAZO: Para 1.992, la cuota de mercado de I.B.M. en el mercado de los ordenadores compatibles caen hasta el 16,4%. Por el contrario, MICROSOFT ostenta las siguientes cuotas:

- El 81% de los sistemas operativos utilizados por los 22 millones de ordenadores compatibles que son construidos al año.
- El 73% de las hojas de cálculo para Windows con su producto EXCEL.
- El 53% de los procesadores para texto en entorno Windows con su tratamiento WORDS.
- El 44% de la industria mundial de software.

Esta situación de liderazgo permite a MICROSOFT tener más ingresos que sus siete competidores inmediatos conjuntamente.

El 14 de Abril de 1.992 el valor de mercado de las acciones de ambas compañías era:

MICROSOFT: 24.900 millones de dólares.

I.B.M. : 28.000 " " "

Otro dato adicional, para 1.993 I.B.M. tenía previsto despedir 40.000 empleados para un total de 100.000 desde 1.985.

COMENTARIOS: Este rápido crecimiento de MICROSOFT ha llevado a la Comisión Federal de Comercio (F.T.C) a investigar a instancia de otros fabricantes sus prácticas comerciales. En concreto los siguientes cargos:

- Anuncio temprano de productos. (Cuando un competidor lanza un nuevo producto al mercado, MICROSOFT anuncia que su versión estará en breve restando ventas al innovador).
- Restricción de información. (Como propietario de los sistemas operativos, MICROSOFT no proporciona información al resto de fabricantes de programas).
- Abusos de la posición de mercado para desplazar, mediante la amenaza de declarar la incompatibilidad de las aplicaciones de otros fabricantes para los sistemas operativos de MICROSOFT, los sistemas operativos competidores como el OS/2 o el DR-DOS.
- Apropiación de ideas de otros y uso de información privilegiada.
- Políticas de precios que incluyen el traslado de los beneficios derivados de los sistemas operativos a la comercialización de aplicaciones.

A pesar de la probable culpabilidad en alguno de los cargos, se puede entresacar de todo ello una estrategia de MICROSOFT donde se presta atención a los recursos complementarios.

CONCLUSIONES: Una decisión de recursos complementarios que en principio pareció acertada para acelerar el lanzamiento de un producto, con la perspectiva de más de una década ha propiciado una situación paradójica: Quien crea el producto e inicia el mercado (I.B.M.) está supeditado a la tiranía del poseedor del recursos complementario (MICROSOFT).

En un plano más generalista, el profesor Teece señala que "el análisis anterior indica que los innovadores que no puedan acceder a los recursos especializados y coespecializados importantes pueden acabar cediendo los beneficios a los imitadores y otros competidores o sencillamente a los propietarios de los recursos complementarios."

FUENTES:

Business Week: "Deconstructing the Computer Industry." (23/12/1992). N°:3294. p: 90 - 100.

Business Week: "Is MICROsoft too powerful?" (01/03/93). N°: 3307. p:82-90.

Business Week: "A Freewheeling Youngster Named I.B.M." (03/05/93). N°: 3317. p: 134 - 138.

INC: "Milestone". Junio 1.993. Vol: 15. N°: 6. p: 14.

Teece, David J. "Innovación tecnológica y éxito empresarial." Publicado en:

ESCORSA, Pere. "La gestión de la empresa de alta tecnología." Ariel. Barcelona. 1.990. p: 135, 136, y 142.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 6:

(1).-Sobre la vigencia, aplicabilidad y limitaciones de los modelos de 2 y 3 etapas, se puede consultar:

BARCELO ROCA, Miquel. "Innovación tecnológica en la industria. Una perspectiva española." BETA Editorial, S.A. Barcelona 1.994. pp: 27 - 30.

(2).-Se puede consultar en este sentido:

HITCHCOCK, L.B."Selection and Evaluation of R&D Projects (I y II)." Research Management. Vol: VI.

WEINBERGER. "Economic Evaluation of R&D Projects -Part I-Improving R&D's Batting Average." Chemical Engineering. 28 Octubre 1.963. pp: 123 - 126.

Citados en: ESCORSA, Pere. "La gestión de la empresa de alta tecnología." Ariel. Barcelona 1.990. pp: 168 - 169.

BARCELO ROCA, Miquel. Ob.Cit. pp: 27 - 30.

(3).-Para conocer como subsanar estas deficiencias en el campo de la selección, consultar capítulo 15, pregunta 2.

(4).-ALBALA, Américo."Método por etapas para la evaluación y selección de proyectos de investigación y desarrollo (I+D)."

Publicado en:

ESCORSA, Pere. "La gestión de la empresa de alta tecnología." Ariel. Barcelona 1.990. p: 150.

(5).-MIAOULIS, George y LA PLACA, Peter J."Un método sistemático para el desarrollo de productos de alta tecnología."

Publicado en:

ESCORSA, Pere. Ob.Cit. p: 233.

(6).-La importancia de esta primera etapa, queda patente en el capítulo 15 en donde los dos primeros pasos de nuestra propuesta de selección se fundamentan en la eficiencia de esta etapa. Por ello, recomendamos acudir al anexo III, pregunta 3 para conocer los riesgos asociados y al anexo IV, pregunta 3 para ver la incidencia de la variable tiempo.

(7).-RIVEROLA, Josep y MUÑOZ-SECA, Beatriz. "Implementación de proyectos de innovación: Un paradigma y sus implicaciones."

Publicado en:

ESCORSA, Pere. Ob.Cit. p: 172.

- (8).-RIVEROLA, Josep y MUÑOZ-SECA, Beatriz. Ob.Cit. p: 172.
- (9).-RIVEROLA, Josep y MUÑOZ-SECA, Beatriz. Ob.Cit. p: 173.
- (10).-RIVEROLA, Josep y MUÑOZ-SECA, Beatriz. Ob.Cit. p: 172.
- (11).-RIVEROLA, Josep y MUÑOZ-SECA, Beatriz. Ob.Cit. p: 172.
- (12).-Ver capítulo 14, punto 4.3.
- (13).-ALBALA, Américo. Ob.Cit. p: 151.
- (14).-MIAOULIS, George y LA PLACA, Peter J. Ob.Cit. p: 236.
- (15).-RIVEROLA, Josep y MUÑOZ-SECA, Beatriz. Ob.Cit. p: 178.
- (16).-Las implicaciones del factor riesgo en esta etapa aparecen en el anexo III, pregunta 4, y la incidencia del factor tiempo, en el anexo IV, pregunta 4.
- (17).-En el capítulo 14, punto 6.2, se estudia las consecuencias de la exclusión de los activos intangibles en los procesos de selección de inversiones.
- (18).-PORTER, Michael E. "Capital Disadvantage: America's Failing Capital Investment System." Harvard Business Review. Septiembre - Octubre 1.992. Vol: 70. N°: 5. p: 65.
- (19).-PORTER, Michael E. Ob.Cit. p: 67.
- (20).-En el capítulo 14, preguntas 3 y 6 se vuelve sobre este tema en el ámbito de la selección de inversiones en I+D.
- (21).-SHARP, David J. "Uncovering the Hidden Value in High-Risk Investments." Sloan Management Review. Verano 1.991. Vol: 32. N°: 4. p: 72.
- (22).-SHARP, David J. Ob.Cit. p: 71.
- (23).-Sobre la aplicación práctica de este tema, acudir al capítulo 14, punto 6.3. Este concepto, servirá de antecedente al método de selección de inversiones "opción real" expuesto en el capítulo 16, pregunta 4 y siguientes.
- (24).-SHARP, David J. Ob.Cit. p: 71.
- (25).-GARTRELL, Kenneth D. "Innovation, Industry Specialization and Shareholder Wealth." California Management Review. Primavera 1.990. Vol: 32. N°: 3. p: 89.
- (26).-GARTRELL, Kenneth D. Ob.Cit. p: 99.
- (27).-ERICKSON, Tamara J.; MAGEE, John F. y otros. "Managing Technology as a Business Strategy." Sloan Management Review. Primavera 1.990. Vol: 32. N°: 3. p: 76.

- (28).-SHARP, David J. Ob.Cit. p: 70.
- (29).-SHARP, David J. Ob.Cit. p: 69.
- (30).-SHARP, David J. Ob.Cit. pp: 70 - 71.
- (31).-SHARP, David J. Ob.Cit. p: 70.
- (32).-SHARP, David J. Ob.Cit. p: 74.
- (33).-SHARP, David J. Ob.Cit. pp: 71 - 72.
- (34).-"BUSINESS WEEK".*Moving the LAB Closer to the Marketplace.* Bonus Issue: Reinventing America. 19 de Enero de 1.993. pp: 170 - 171.
- (35).-WHEELWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B."Revolutionizing Product Development." The Free Press. Nueva York. 1.992. pp. 54 - 55.
- (36).-SHARP, David J. Ob.Cit. p: 70.
- (37).-SHARP, David J. Ob.Cit. p: 72.
- (38).-ALBALA, Américo. Ob.Cit. p: 151.
- (39).-MIAOULIS, George y LA PLACA, Peter J. Ob.Cit. p: 237.
- (40).-Como en las dos etapas anteriores, en el anexo III, pregunta 5 se estudia los diferentes riesgos asociados y el anexo IV, pregunta 5 lo referido al factor tiempo.
- (41).-Completar en el anexo II, pregunta 7. En lo que afecta a financiación, capítulo 11, punto 4.1 y capítulo 12, punto 2.1.
- (42).-MOHEDANO, José María. "Gran distribución: ¿Comercio o finanzas?" Actualidad Económica. 22 de Febrero de 1.993.Nº: 1809. p: 41.
- (43).-Ver capítulo 3, pregunta 2.
- (44).-Ver anexo II, pregunta 7.
- (45).-Ver capítulo 3, preguntas 3 y 4.
- (46).-Las licencias tecnológicas, son tratadas en el capítulo 12, punto 2.1. Y las alianzas estratégicas, en el capítulo 12, punto 3.2.
- (47).-Completar en el capítulo 14, punto 6.5.
- (48).-Según lo expuesto en capítulo 2, pregunta 3.
- (49).-TEECE, David J. "Innovación tecnológica y éxito empresarial."

Publicado en:

ESCORSA, Pere. Ob.Cit. p: 122.

(50).-BUCKLIN, Louis y SENGUPTA, Sanjit."The Co-Diffusion of Complementary Innovations: Supermarket Scanners and UPC Symbols." The Journal of Product Innovation Management. Marzo 1.993. Vol: 10. N°: 2. p: 150.

En unos términos similares se expresa también:

BARCELO ROCA, Miquel. Ob.Cit. pp: 26 y 62.

(51).-El ejemplo ha sido construido a partir de informaciones procedentes de la propia empresa y de:

GRANT, Robert M."The Resource - Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation." California Management Review. Primavera 1.991. Vol: 33. N°: 3. pp: 129 y ss.

(52).-BUCKLIN, Louis y SENGUPTA, Sanjit. Ob.Cit. p: 150.

Estas características, también aparecen recogidas en el anexo II, punto 3.2.

(53).-TEECE, David J. Ob.Cit. p: 122.

(54).-TEECE, David J. Ob.Cit. pp: 122 - 123.

(55).-BUCKLIN, Louis y SENGUPTA, Sanjit. Ob.Cit. p: 149.

(56).-BUCKLIN, Louis y SENGUPTA, Sanjit. Ob.Cit. p: 149.

(57).-BUCKLIN, Louis y SENGUPTA, Sanjit. Ob.cit. p: 150.

(58).-Ver capítulo 12, punto 3.2.

(59).-TEECE, David J. Ob.Cit. pp: 131, 132, y 134.

(60).-TEECE, David J. Ob.Cit. p: 134.

TERCERA PARTE: DECISIONES DE FINANCIACION DE I+D.

CAPITULO 7: Entorno específico de la financiación de proyectos y programas de I+D.

1.- INTRODUCCION A LA TERCERA PARTE DE LA TESIS.

Permaneciendo fieles al marco diseñado en segunda parte de esta tesis, corresponde analizar ahora el entorno particular donde se realizan las decisiones de financiación de I+D como paso previo para comprender el funcionamiento de los mecanismos de asignación de capitales.

Dentro de esa lógica, con cierta frecuencia, insistiremos en determinadas actuaciones al objeto de resaltar aquellas prácticas y factores a nuestro juicio más importante para comprender la naturaleza de las decisiones de financiación de I+D.

Este capítulo, primero de la tercera parte de la tesis, sirve de enlace entre lo expuesto en el 3 y el 14 donde se culminan algunos aspectos aquí meramente enunciados. Los demás capítulos de esta parte, proporcionan un marco teórico general para analizar las fuentes financieras de I+D (capítulo 8), y sus concreciones en los mercados, externo (capítulos 9 y 10) e interno (capítulos 11, 12 y 13) de capitales.

2.- CONDICIONES DEL ENTORNO FINANCIERO DE I+D ORIGINADOS EN LA NECESIDAD DE UN VOLUMEN DE INFORMACION ELEVADO.

(En el modelo teórico descrito en el próximo capítulo, se cita los condicionantes externos de todo proceso de inversión - financiación).

En capítulos precedentes (del 4 al 6), hemos identificado un

conjunto de características propias de los proyectos y programas de I+D que necesariamente se han de tener en cuenta para planificar su financiación. A modo de compendio, las hemos agrupados en relación al momento de aparición de esas necesidades adicionales de información:

A) En la etapa de evaluación del proyecto - programa de I+D (y por extensión al proceso de selección de inversiones de I+D). La financiación será uno de los puntos a considerar en esta etapa y por consiguiente será necesario conocer: (1)

A.1) Tendencia a nivel sectorial.

A.2) Categoría a la cual pertenece el proyecto - programa de I+D en función del grado de innovación en procesos y productos que prevé desarrollar.

A.3) Valoración estratégica.

Para la financiación de un proyecto - programa de I+D estos datos constituyen una pieza fundamental para plantearse las preguntas; dónde, cómo, a quién, etc. solicitar los fondos necesarios.

B) En la etapa de investigación y desarrollo. La información a procesar irá determinada por los puntos siguientes: (2)

B.1) Las necesidades de inversión en bienes intangibles.

B.2) Las posibles opciones inherentes de cada proyecto-programa de I+D y la posible financiación de alguna de ellas porque aprovechar alguna de ellas requiere recursos financieros adicionales.

B.3) El modelo de gestión seleccionado para el desarrollo del proyecto - programa de I+D.

C) En la etapa de ejecución comercial. Una errónea consideración de los recursos financieros de esta etapa, pueden abocar al fracaso a un proyecto con éxito en las otras dos. En especial, destacaríamos: (3)

C.1) Los riesgos derivados de la obtención o no de la propiedad industrial o intelectual del proyecto - programa de I+D.

C.2) El valor residual de los activos empleados.

C.3) La situación de los recursos complementarios asociados a cada proyecto - programa de I+D.

(Completar esta exposición con lo expuesto en este mismo capítulo en el punto 4.1).

3.- CONDICIONES DEL ENTORNO FINANCIERO DE I+D ORIGINADOS POR LOS AGENTES ECONOMICOS PARTICIPANTES.

Independientemente que se traten de agentes externos o internos, la función de I+D, y por extensión los proyectos - programas de I+D, plantean grandes interrogantes dentro de la actividad empresarial. Debido a este temor, cada aprobación de un presupuesto para una inversión en I+D encuentra más oposición que otras modalidades, (bien financieras o bien en activos fijos). Estos condicionantes tienen los siguientes orígenes:

A) Desconocimiento del valor estratégico de los proyectos - programas de I+D (4).

B) Falta de preparación de los ejecutivos y de métodos de gestión - evaluación de las inversiones en I+D. Este hecho, es señalado por Porter (5) como un rasgo definitivo y

distintivo para comprender el trasvase de fondos desde los proyectos - programas de I+D hacia otros destinos.

C) Diferente escala de valores. Preferencia por inversiones más seguras o conocidas que por las de I+D.

D) Especial rigurosidad de accionistas, financiadores externos, etc. para las inversiones en I+D. La concesión de financiación, se hace así más engorrosa y difícil.

E) Sensibilidad hacia el "horizonte temporal" (6) de las inversiones en I+D. A medida que los proyectos - programas incorporan un mayor grado de innovación el plazo previsible de ejecución se amplía y mientras la cuenta de pérdidas y ganancias refleja los gastos, es incapaz de recoger los resultados. La tradicional postura de las empresas occidentales de considerar los resultados trimestralmente y vincular la retribución de la alta dirección (monetaria, en especie o en opciones sobre acciones) a estos resultados parciales penaliza a las inversiones que como las de I+D tienen una duración más larga (a este fenómeno se le denomina "miopía de dirección" y nos referiremos a él con cierta frecuencia en esta tercera parte).

4.- CONDICIONES DEL ENTORNO FINANCIERO DE I+D ORIGINADOS POR LOS PROPIOS PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D.

Aparte de las diferencias señaladas hasta el momento, el proceso de financiación de un proyecto - programa de I+D adquiere particularidades propias como son:

4.1.- La difusión de la información acerca de I+D entre inversores y financiadores.

La primera demanda de los agentes económicos (sean externos o internos) en relación con una posible inversión, es la de información en la que soportar sus decisiones.

Cuando nos referimos a proyectos-programas de I+D, esta necesidad, se acentúa en relación con el grado de innovación y volumen de la inversión. Pero el flujo de información, se autolimita por parte de la empresa como resultado de los concurrencia de ciertos factores:

A) El alto grado de dependencia de los beneficios futuros de los nuevos productos y sistemas de producción (7).

B) La ventaja competitiva de los proyectos - programas de I+D, reside tanto en sus características intrínsecas como en su anticipación frente a la competencia. (Esto es cierto con independencia de la categoría donde se incluya el proyecto - programa de I+D).

Como consecuencia, podemos afirmar que: "...existe un coste por revelar información sobre proyectos innovadores al mercado (y por tanto a los potenciales competidores)" (8).

Desde una perspectiva exclusivamente financiera, la reacción empresarial a esta circunstancia, es una preferencia por la autofinanciación como fuente de fondos para proyectos-programas de I+D. Este fenómeno, además se favorece porque Entidades Financieras, obligacionistas, etc. prefieren otro tipo de inversiones a las de I+D, más tangibles, de menor plazo y liquidables fácilmente (9).

4.2.- Financiación de las dos fases de un proyecto - programa de I+D.

En el capítulo 5, punto 3.2.1, aparecen definidas las dos grandes fases de todo proyecto - programa de I+D; generación de la innovación y acercamiento al mercado. Ya en el capítulo 6, pregunta 2, estas dos fases se concilian con las tres etapas definidas. En adición a lo expuesto en los capítulos mencionados, existe un importante componente financiero para delimitar aún más las diferencias entre ambas fases.

Así, desde el mercado externo de capitales, (10) cada una de estas dos fases, es entendida con una realidad financiera propia y diferente de riesgo, apalancamiento, plazo/liquidez, y coste financiero/rentabilidad.

Lo mismo ocurre desde la óptica del mercado interno de capitales (11). Este, valora las estimaciones de las variables del sistema de I+D, las oportunidades estratégicas y financieras, etc. de forma muy diferente si financiamos la primera fase del proyecto-programa de I+D, que si lo hacemos en la segunda.

Estos dos planteamientos, nos conduce a proclamar la independencia de cada una de las fases de un proyecto - programa de I+D en cuanto financiación se refiere, con una única salvedad; siempre que se ejecute la "generación de la innovación", de una manera u otra existirá un "acercamiento al mercado" (es decir, para toda primera fase, prosigue una segunda). Por ejemplo, cuando explotamos una patente ajena en un mercado nuevo, deberemos atender a los condicionantes de financiación de la segunda fase de las inversiones en I+D.

La gran diferencia financiera entre la primera y segunda fase de todo proyecto-programa de I+D, es que siempre la "generación de la innovación" es demandante de fondos financieros, mientras que "el acercamiento al mercado" puede ser oferente sin necesidad de ver completada su realización (por ejemplo mediante una cesión parcial de los resultados intermedios a un tercero). Por ello, podemos concluir, que en su segunda fase, todo proyecto-programa de I+D tiene capacidad real de autofinanciación.

A esta diferencia, además se unen otras de menor relevancia:

A) La distribución temporal de fondos y el plazo de los mismos varían sensiblemente de una fase a otra.

B) Las dificultades que oponen el mercado externo e interno de capitales para la concesión de financiación son

distintas entre una y otra fase. Suele ser más fácil financiar la segunda.

C) Con los agentes externos (socios de forma especial) es particularmente cierto el punto anterior.

4.3.- Valoración social de los proyectos-programas de I+D.

Los agentes económicos no solo reconocen el alto riesgo asociado a un proceso de financiación de I+D, si no también el elevado "beneficio social" derivado de la ejecución de inversiones en innovación tecnológica.

Comprender la conducta de algunos financiadores potenciales de inversiones en I+D (de forma notable el Sector Público) exigirá referirnos a estos "beneficios sociales" aludidos (12).

5.- TEORIAS DE LA FINANCIACION EN I+D.

Con todos estos condicionantes, surge la cuestión sobre cuales son las normas de conducta que gobiernan las decisiones de financiación de proyectos-programas de I+D. Tres han sido las corrientes de opinión encontradas al respecto (13):

A) Tamaño esperado del mercado: La base de este argumento, se centra en suponer el coste de generación y reproducción del conocimiento de I+D, es menor que su coste de producción cuando se incorpora a los productos. De esta forma, los beneficios derivados de I+D varían de manera directa con el volumen de producción y el tamaño del mercado suponiendo el coste constante.

B) Oportunidad tecnológica: Bajo esta corriente, se supone que el conocimiento tecnológico se distribuye diferencialmente entre los participantes de un mismo mercado. Esto se traduce en unos mayores rendimientos de I+D para aquellos promotores con un nivel superior de

tecnología, siendo este el determinante más importante para aportar financiación.

C) Poder de mercado: Propuesto inicialmente por Schumpeter (1.950), se puede argumentar que la función de I+D genera "poder temporal de mercado" al empresario innovador. Este "poder", tendrá reflejo en la cuenta de resultados de quien sea capaz de generarlo. La limitación de esta propuesta, viene dada por lo que se ha denominado "grado de apropiabilidad de la innovación" que representa la posibilidad y capacidad de los competidores para imitar con éxito la innovación original y cuyas variables son; estructura del mercado, sistemas de patentes y capacidad empresarial (14).

A cada una de estas tres "corrientes de opinión", se puede acercar desde dos criterios; el financiero y el de posición tal y como se recoge en el capítulo 8, pregunta 4.

Aún no siendo posible la unificación de estas tres posiciones, o la determinación de una jerarquía entre ellas, es resaltable el hecho (contrastado por trabajos empíricos) de su complementariedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 7:

(1).-Ampliar estos aspectos en los siguientes puntos de la tesis:

- En el papel en la selección de I+D: Capítulo 15, pregunta 7.2.
- En lo referido a la diferenciación sectorial: Capítulo 3, pregunta 2.
- Para conocer la clasificación de los proyectos-programas de I+D: Capítulo 4, pregunta 5.
- Sobre la valoración estratégica: Capítulo 2 en su totalidad y el capítulo 15, punto 7.1.

(2).-Ampliar estos aspectos en los siguientes puntos de la tesis:

- Sobre la incidencia de los bienes intangibles: Capítulo 6, punto 6.1.
- Sobre las opciones del proyecto - programa de I+D: Capítulo 6, punto 6.2 y capítulo 16, pregunta 4 y siguientes.
- Para conocer los modelos de gestión: Capítulo 11,12 y 13.

(3).-Ampliar estos aspectos en los siguientes puntos de la tesis:

- Sobre la propiedad industrial: Capítulo 6, punto 8.1 y anexo II, pregunta 7.
- Sobre el valor residual: Capítulo 6, punto 8.2.
- Sobre los recursos complementarios: Capítulo 6, punto 8.3.

(4).-El valor estratégico de los proyectos-programas de I+D aparece especificado en el capítulo 2.

(5).-PORTER, Michael E."Capital Disadvantage: America's Failing Capital Investment System." Harvard Business Review. Septiembre - Octubre 1.992. Vol: 70. N°: 5. p: 71.

(6).-Consultar el capítulo 4, pregunta 5 y la totalidad del anexo IV.

(7).- Este nivel ha sido expuesto en el capítulo 2, pregunta 3.

(8).-HALL, Bronwyn H."The Impact of Corporate Restructuring on Industrial Research and Development". Brookings Papers: Microeconomics. 1.990. p: 112.

(9).-HALL, Bronwyn H. Ob. Cit. pp: 111 - 112.

(10).-Este concepto aparece definido en el capítulo siguiente en su pregunta 3.

(11).-Este concepto aparece definido en el capítulo siguiente en su pregunta 4.

(12).-Para conocer estos "beneficios sociales" acudir al capítulo 2, pregunta 5.

(13).-SWENSON, C.W. "Some tests of incentive effects of the research and experimentation tax credit". Journal of Public Economics. Noviembre 1.992. Vol: 49. N°: 2. p: 209.

(14).-A este respecto consultar el capítulo 2, punto 1.1.

CAPITULO 8: Descripción de un modelo teórico para el análisis de la financiación de proyectos-programas de I+D.

1.- APROXIMACION METODOLOGICA.

De forma genérica, la financiación empresarial puede resumirse como un problema de mercado competitivo. Concurren fuentes y destinos alternativos de fondos buscando, por el lado de la oferta, una combinación de liquidez, rentabilidad y seguridad, y por el de la demanda, satisfacer unas dotaciones presupuestarias a un coste financiero soportable por la estructura del negocio.

Descender desde esta panorámica modélica, a la financiación de proyectos-programas de I+D, supone analizar como los mecanismos de asignación de capitales se adaptan a las especiales circunstancias que afloran en esta función de las empresas. Diversas encuestas han demostrado, "que el mayor obstáculo a la innovación es la dificultad de financiación" (1).

En esta situación, y a pesar de la declaración de independencia entre las decisiones de inversión y financiación en un mercado perfecto realizada por Miller y Modigliani (2), la presencia de imperfecciones, los intereses contrapuestos de los diversos agentes económicos afectados, etc. conceden a la política de financiación un papel capital en el seno de una empresa. Este papel alcanza una de sus máximas expresiones al concentrarse en el marco específico de los proyectos-programas de I+D.

Con el objeto de profundizar en este tema en el ámbito de la función de I+D empresarial, nos hemos apoyado en el discurso y conclusiones expuestas por el profesor Porter (3). En su trabajo, ideado inicialmente para realizar un estudio comparativo de los sistemas y métodos de selección, financiación y localización de

inversiones en las economías americana, japonesa, y alemana, se encuentran directrices trasladables y válidas para encauzar el estudio de la financiación de proyectos y programas de I+D.

2.- DESCRIPCION GENERAL DEL MODELO.

En primera instancia, el profesor Porter en la obra citada, identifica tres amplias limitaciones de las decisiones de inversión en el marco de una economía occidental desarrollada. Los factores apuntados por él son (con estos se culminan los inicialmente expuestos en el capítulo anterior):

A) Ambiente macroeconómico: Es el marco en el cual las inversiones de las empresas de una nación son realizadas. Así, una economía estable y en crecimiento tiende a animar las inversiones, mientras que déficits presupuestarios, bajas tasas de ahorro nacional, incertidumbre fiscal, etc., deprimen el volumen de inversiones (4).

B) Mecanismos de asignación de capitales: Determinan como el conjunto de capitales de una nación es distribuido a través de industrias, sectores, empresas y formas de inversión (5).

C) Condiciones específicas: Aquellas que rodean a las inversiones y hacen posible que las rentabilidades y riesgos sean diferentes por sectores, empresas, proyectos, naciones y regiones. En el caso concreto de las inversiones de I+D, todas estas particularidades aparecen detalladas en el capítulo 3, y en su vertiente financiera en el capítulo 7.

Como quiera que el punto primero ("ambiente macroeconómico") se escapa del dominio de los decisores de inversiones en I+D (6), y que el punto tercero ("condiciones específicas") tiene dedicado dos capítulos (3 y 7), nuestro interés por el modelo del profesor Porter, se centrará en su exposición acerca de los mercados de

asignación de capitales.

Estos, nos permite conocer como se produce el enlace inversión - financiación entre una empresa y los mercados financieros, así como se traslada esta relación a proyectos concretos de inversión. Con esta denominación, y siguiendo el patrón citado, nos referimos en las próximas páginas a dos conceptos distintos pero estrechamente relacionados como son los mercados externo e interno de capitales.

3.- MERCADO EXTERNO DE CAPITAL PARA INVERSIONES EMPRESARIALES.

(Las adaptaciones que sufre para las inversiones en I+D se detallan en el capítulo 10 y 11).

Se caracteriza por ser el medio a través del cual las empresas reciben fondos de agentes económicos externos (prestamistas e inversores) para su financiación. La eficiencia y eficacia de este mercado reside en los siguientes cuatro atributos:

A) Modelo de propiedad de las participaciones y de las relaciones entre las Instituciones de Inversión Colectivas (I.I.C.) y sus inversores finales.

B) Objetivos de los inversionistas externos (accionistas, I.I.C., etc.). Son la expresión de los resultados deseados para sus decisiones de inversión. Pueden verse afectados por una amplia gama de circunstancias como pueden ser su propia situación patrimonial o financiera, el marco legal en el cual se desarrolla su actividad, etc.

C) Métodos de evaluación y tipos de información empleados por los propietarios y otros agentes particulares para medir y evaluar las empresas.

D) Influencia que los propietarios, y el resto de agentes

del mercado externo de capitales tienen en la conducta y en las decisiones de la dirección de la empresa.

A estos cuatro aspectos señalados por Porter, añadimos un quinto:

E) Tamaño e historial financiero de la empresa. El acceso a fórmulas y volúmenes de financiación está limitado por estas dos peculiaridades propias del solicitante de la financiación (7).

3.1.- Mercado externo de capitales: Agentes participantes.

Enumerar, definir y explicar todos y cada uno de los agentes participantes en un sistema financiero, sobrepasa la temática de esta tesis (8). Por ello, nos centraremos en aquellos con mayor relevancia para comprender el proceso de financiación de la función de I+D. Estos, a nuestro entender, son:

A) Economías domésticas: Forman uno de los pilares del ahorro nacional aunque acudan también a buscar financiación a los mercados cuando necesitan adquirir bienes de inversión o de consumo duradero. Su rasgo principal, es la falta de profesionalidad en sus decisiones de inversión y endeudamiento.

B) Empresas: Son las entidades de inversión (financiera o productiva) por excelencia. Con el objeto de realizar sus políticas, acuden demandando u ofertando fondos del resto de agentes, los cuales aparecen como proveedores de los mismos y/o como competidores en la captación.

C) Sector Público: Proporciona al mercado externo de capitales la cobertura legal y jurídica necesaria para definir las funciones de todos los agentes, instituciones e instrumentos que concurren en el mercado externo. Emplea con este fin, una serie de medidas y mecanismos de control, supervisión y sanción.

Adicionalmente, en su condición de unidad de gasto en la economía nacional, acude como demandante de fondos, obteniendo por su garantía cierto "trato de favor" por parte de los inversores (9).

D) Intermediarios Financieros: A pesar de que es posible el establecimiento de relaciones mutuas entre las unidades económicas, la dinámica de las economías desarrolladas exige el concurso de "...instituciones que medien entre los agentes con superávit y aquellos que poseen déficit con el fin de abaratar los costes en la obtención de la financiación y de facilitar la transformación de unos activos en otros haciéndolos más atractivos para ambos" (10).

3.2.- Mercado externo de capitales: Instituciones.

Las interacciones entre los agentes y sus relaciones mutuas sólo se pueden entender y son posibles gracias a las instituciones creadas con este fin. La clasificación fundamental es:

A) Mercados monetarios: "Las características fundamentales de un mercado monetario son el corto plazo, el reducido riesgo y la gran liquidez de los activos que en el mismo se negocian" (11).

B) Mercados de capitales: "El mercado de capitales comprende las operaciones de colocación y financiación a largo plazo y las instituciones que efectúan principalmente estas operaciones" (12).

Se pueden dividir atendiendo a un doble criterio: (13)

B.1) Mercado de valores y mercado de crédito a largo plazo.

B.2) Mercado de renta fija y mercado de renta

variable.

3.3.- Mercado externo de capitales: Fondos financieros.

Aunque "las diferencias entre deudas y capital como fuentes de fondos para financiar las actividades corporativas se han estrechado significativamente con la expansión del uso de instrumentos financieros con las características de ambos..." (14), es necesario todavía distinguir entre:

A) Recursos propios: En el mercado externo de capitales nos referimos exclusivamente a las aportaciones realizadas por empresarios y accionistas. Reservando los fondos de la autofinanciación a la competencia del mercado interno de capitales.

B) Recursos ajenos (corto y largo plazo): Constituyen el volumen global de deudas de la empresa destinados a financiar tanto el activo fijo como el circulante. Su clasificación más común hace referencia al tiempo de maduración de la deuda; corto (menor de un año) y largo (mayor de un año) plazo. El proceso de innovación financiera de la década de los ochenta han matizado significativamente estas dos categorías:

"SWAPS de tipos de interés y otros instrumentos de cobertura de los riesgos de tipo de interés también han reducido la distinción entre deuda a corto y a largo plazo" (15).

C) Instrumentos de cobertura: La necesidad de reducir los riesgos inherentes a las decisiones de inversión y financiación empresarial, ha propiciado la aparición de nuevos instrumentos financieros como contratos de futuro, opciones, swaps, etc. para cumplir con este objetivo. No constituyen por sí mismos, una fuente financiera.

3.4.- Mercado externo de capitales: Variables.

Las podemos definir como la materialización en una decisión, de un conjunto de informaciones y opiniones personales, tanto cualitativas como cuantitativas, sobre diferentes aspectos de una inversión, y que permite evaluar la idoneidad o no de realizarla. Consecuentemente, y a pesar de la subjetividad que les caracteriza, tienen una doble interpretación; financiera e inversora.

Las variables atienden a las siguiente ordenación:

A) Riesgo: En el caso concreto de un proyecto de inversión podemos distinguir las categorías que a continuación se especifican : (16)

A.1) Riesgos propios de la empresa: A su vez, subdivididos en:

1.- Riesgo económico de la empresa: "Todas aquellas eventualidades que pueden afectar al resultado de explotación y que se derivan de la incapacidad de la firma para garantizar la estabilidad de este resultado" (17).

2.- Riesgo financiero: "Se origina cuando la empresa contrae deudas a largo plazo, hace referencia a las eventualidades que pueden afectar al resultado o beneficio neto de la firma" (18).

A.2) Riesgos propios del proyecto de inversión: Al igual que antes, se descompone en tres grupos:

1.- Riesgo intrínseco de la inversión: Formado por una conjunción de factores como son la naturaleza de la inversión, sector, solvencia,

etc. que configuran el riesgo a priori de invertir.

2.- Riesgo financiero de la inversión: Mide la capacidad económica de un proyecto de inversión para rentabilizar los fondos destinados para su ejecución (principal y coste interno del capital).

3.- Coste de oportunidad de la inversión: Trata de medir la renuncia realizada al destinar unos fondos a un destino y no a otro.

A.3) Riesgos propios del inversor potencial: Generalmente, los inversores gestionan una cartera mediante la cual diversifican sus riesgos. Sus decisiones se toman en función de como la relación rentabilidad-riesgo, se ve afectada cuando se incluye un nuevo proyecto en la cartera.

B) Apalancamiento: (Nivel de endeudamiento). La capacidad de captar fondos propios y ajenos en el mercado externo de capitales está condicionada para todos los participantes. El grado de empleo de esta capacidad, (nivel de apalancamiento), señala en términos monetarios el límite aceptado por el mercado para cubrir necesidades financieras adicionales. En otras palabras, esta relación entre recursos propios y ajenos representa una medida del riesgo de insolvencia o quiebra.

C) Plazo o liquidez: Debe existir un adecuado equilibrio entre los plazos de maduración de una inversión y los fondos que la financian. Esto exige un compromiso por parte de financiados y financiadores en lo referido al horizonte temporal de la inversión y a los mecanismos de liquidez para la desinversión.

D) Coste financiero o rentabilidad de la inversión: Conforme a los valores estimados en las tres variables anteriores y supuestas unas condiciones de los mercados financieros, los inversores exigirán una tasa de rentabilidad y los financiados asumirán un coste financiero. Se trata de la variable resumen del proceso.

En este sentido, quedaría por referirse a los costes implícitos; aquellos que no están identificados como pueden ser la pérdida de control o poder en las decisiones financieras, etc.

3.5.- Mercado externo de capitales: Resultados.

Finalizada la consideración individual y colectiva de todos estos factores, se pueden producir una de estas dos decisiones excluyentes entre sí; invertir y de esta forma conceder la financiación al solicitante, o no hacerlo.

La primera de las situaciones (que es la única que nos interesa), provoca un reordenamiento en dos de los atributos del mercado externo de capitales; el modelo de propiedad de las participaciones y en los objetivos de los inversores. De una forma más detallada, en concreto se modifican:

A) Titularidad / Propiedad de los títulos: Entradas y salidas de nuevos y antiguos accionistas, obligacionistas, etc. proporcionando una nueva estructura de poder.

B) Tamaño de las participaciones / Poder de decisión: Distribución del poder de la firma entre los agentes participantes mediante la inclusión de los nuevos o el reforzamiento de los antiguos.

C) Rotación de las participaciones: Mientras que un alto grado de rotación asegura la liquidez de los inversores, su efecto negativo puede venir determinado por el aumento de

la volatilidad en las cotizaciones y una cierta pérdida de la capacidad de negociación de la empresa.

D) Objetivos de los accionistas, prestamistas, I.I.C., etc.
: La recomposición del pasivo de una empresa, también altera los objetivos de los agentes implicados.

4.- MERCADO INTERNO DE CAPITALES PARA INVERSIONES EMPRESARIALES.

(A diferencia del mercado externo, el contenido de esta pregunta es aplicable sin ninguna modificación a las inversiones en I+D. Con respecto a otras inversiones, el mercado interno únicamente incorpora para I+D, la necesidad de decidir un modelo de gestión para proyectos-programas de I+D como se expone en el capítulo 11, pregunta 1).

Retomando el esquema propuesto por el profesor Porter, definimos el mercado interno de capitales como el sistema mediante el cual se asignan fondos generados interna (principalmente autofinanciación) y externamente, a programas concretos de inversión centralizados o no en unidades de negocio de la compañía.

De esta definición, se presume la estrecha vinculación entre ambos mercados, de tal forma que paralelamente a las cuatro características apuntadas del mercado externo de capitales, podemos establecer las particularidades propias del interno:

A) Objetivos particulares que la corporación establece.

B) Principios organizativos que rigen las relaciones entre la alta dirección y las diferentes áreas de negocio.

C) Información disponible y métodos de evaluación de las opciones internas de inversión. (La cuarta parte de la tesis, se dedica a esta cuestión).

D) La naturaleza de la intervención de los altos mandos en los proyectos de inversión.

A partir de estos aspectos, se establecen dos grandes criterios para la asignación de recursos financieros a proyectos de inversión. Estas dos posibilidades pueden resumirse como sigue:

A) Criterio financiero: Estructura el mercado interno de capitales para maximizar los retornos medibles de las inversiones. Por tanto, desde la cúpula (directiva) hasta su último nivel, se prestará atención exclusiva a indicadores, ratios y objetivos financieros.

B) Criterio de posición: El objetivo primordial es asegurar la posición de la empresa a largo plazo y su continuidad en el tiempo y mercados. La información está homogéneamente distribuida entre la organización, los criterios financieros juegan un papel menos importante que en el caso previo y se introduce en la valoración de inversiones, consideraciones tecnológicas apareciendo como conceptos claves; cuotas de mercado, desarrollo de nuevos productos, posición tecnológica, participación en nuevos negocios, tecnologías con un amplio pero incierto futuro de inmediato, etc.

Esta dicotomía, aparece explícitamente reconocida en el último capítulo de esta tesis (pregunta 3): "Nuestro enfoque de valoración de un proyecto-programa de I+D", en lo que hemos denominado valoración de la primera y segunda fase.

4.1.- Mercado interno de capitales: Agentes participantes.

El mercado interno de capitales, agrega a los ya conocidos del externo, nuevos interesados en el proceso de decisión de modalidades de financiación. Entre todos ellos, merece la pena destacar:

A) Dirección de la empresa: Entendida como un conjunto colegiado de personas que realiza decisiones a partir de un cierto conocimiento, de unos recursos disponibles, de determinadas presiones y de objetivos (propios y de la corporación). Se enfrentan al diseño de una combinación óptima de títulos y fuentes financieras que siendo aceptadas por el mercado, maximizan el valor de la empresa (19).

B) Proveedores, clientes y otros terceros ajenos a la empresa: A pesar de su no vinculación a la propiedad u organización de la empresa, su especial relación (directa o de apoyo) con el ciclo de explotación, así como el acceso privilegiado (no existen mercados o intermediarios) a la realidad financiera de la empresa, nos obliga a considerarlos como hipotéticos agentes del mercado interno de capitales.

4.2.- Mercado interno de capitales: Fondos financieros.

A grandes rasgos, en el mercado interno de capitales se toman decisiones referentes a dos grandes apartados de la financiación empresarial de proyectos de inversión:

A) Autofinanciación: El resultado operativo positivo de una empresa se traduce en una serie de flujos financieros que permanecen en su interior. La misión de estos flujos es doble, o se emplean para mantener la capacidad productiva y financiera de la empresa (autofinanciación por mantenimiento) o por el contrario su uso responde a un plan de expansión de esta misma capacidad (autofinanciación de enriquecimiento).

Este origen de fondos financieros posibilita (si su cuantía lo permite), una gran autonomía con la ventaja adicional que no tienen un coste financiero explícito.

Pero no es este el único destino de los fondos generados por unos resultados positivos. Parte del mismo, se dedica a remunerar el capital de los accionistas vía dividendos y a satisfacer las obligaciones fiscales correspondientes .

B) Participación conjunta: Cuando nos encontramos en una incapacidad de fondos provenientes del resultado operativo de la empresa para cubrir los planes de "mantenimiento" o de "enriquecimiento", queda la alternativa de hacer participe a un tercero de los mismos mediante aportaciones de capital. Esta modalidad alcanza su pleno significado cuando está limitado el acceso a los mercados externos de capitales.

4.3.- Mercado interno de capitales: Variables.

Posiblemente, este sea el mercado donde el carácter competitivo de los procesos de financiación sea más destacado. El proceso formal de estudio, comparación, y decisión en el interior del mercado interno de capitales, se enfrenta a dos tipos de variables:

A) Variables propias de la inversión: Son todos aquellos factores internos del conjunto de inversiones alternativas y que las configuran. Tienen generalmente carácter objetivo pero están siempre envueltas en un entorno de alta incertidumbre. Podemos enumerar a modo de ejemplo; la duración, el desembolso inicial, las cuasirentas, el V.A.N., el T.I.R., etc. (20).

B) Variables propias del proceso de toma de decisiones: Se subdividen en dos grupos:

B.1) Oportunidad estratégica: Las inversiones empresariales carecen de significado si se las considera por separado. Es la estrategia de la organización, quien las dota de contenido pleno.

Objetivos estratégicos como incrementar la cuota de mercado, entrar en nuevos mercados, lanzamientos de nuevos productos, etc. requieren inversiones para llevarse a cabo. En resumen, podemos afirmar que es la estrategia empresarial la diseñadora de la política de inversiones y no al contrario (21).

B.2) Oportunidad financiera: Conociendo las variables del mercado externo de capitales (apartado 3.4. de este mismo capítulo), las posibilidades de autofinanciación, los compromisos financieros adquiridos con anterioridad, etc. la dirección decidirá como ajustar mutuamente sus planes de inversión y de financiación disponible. En un número alto de casos, existirá una restricción presupuestaria (22) que imposibilita la realización simultánea de todas las inversiones previstas y posibles.

4.4.- Mercado interno de capitales: Resultados.

Al trasladar nuestra atención desde agentes externos de la compañía hacia los internos, y desde decisiones de financiación a las de inversión, el resultado que obtenemos con las decisiones tomadas en el mercado interno es muy distinto al del externo. Aquí, tendremos una cartera de inversiones con la cual, la empresa, pretende alcanzar unos objetivos estratégicos conocidos y a la cual se le ha dotado de fondos financieros (tanto del mercado externo como del interno) suficientes para su ejecución. El equilibrio necesario entre objetivos estratégicos y composición de la cartera de inversiones, es muy difícil de alcanzar por el grado de riesgo asumido en este tipo de decisiones, y al constante cambio de las condiciones externas bajo las cuales se plantearon ambos factores. Este hecho, nos introduce en una concepción dinámica del mercado interno de capitales, donde las carteras de inversiones deben estar sometidas a constantes revisiones para evitar las siguientes dos situaciones:

A) Sobreinversión: Producida cuando los retornos esperados de una inversión son inferiores a los esperados inicialmente. Entonces, la decisión de desinversión, es una de las posibles soluciones a considerar.

B) Minusinversión: Es la consecuencia de no haber invertido lo suficiente o simplemente no haberlo hecho en determinados sectores, mercados o proyectos renunciado de este modo a los retornos provenientes de estas inversiones no realizadas.

5.- INTERACCION ENTRE LOS MERCADOS EXTERNO E INTERNO DE CAPITALES.

Hemos apuntado en repetidas ocasiones la estrecha y mutua conexión existente entre los dos mecanismos de asignación de capitales analizados, pero todavía no hemos especificado como funciona esta relación en la práctica financiera. Michael E. Porter la describe como sigue: (23)

"La forma en la cual las empresas asignan internamente su capital está influenciada por su percepción de como los accionistas y otros inversores valoran la compañía. Por el contrario, las percepciones de los accionistas y otros inversores de cómo las empresas están siendo dirigidas y cómo asignan sus fondos internamente influirá en la forma en la cual los inversores valoran la compañía y en cómo tratarán de modificar la conducta de la dirección. "

La conclusión de la cita anterior es inmediata. En cualquier análisis de un proceso de inversión-financiación, no es posible entender desde una única perspectiva (externa o interna), la complejidad de las variables, agentes, fuentes y resultados resultantes. Todo este conjunto de condicionantes y factores, adaptarán su comportamiento y sus características a cada caso en particular para cada alternativa de inversión.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 8:

(1).-MORCILLO, Patricio."La gestión de I+D". Ediciones Pirámide, S.A. Madrid 1.989. p: 49.

(2).-BREALEY, Richard y MYERS, Stewart. "Fundamentos de financiación empresarial." Mc Graw - Hill. Madrid 1.988. pp: 393 - 394.

(3).-PORTER, Michael E."Capital Disadvantage: America's Failing Capital Investment System". Harvard Business Review. Septiembre - Octubre 1.992. Vol: 70. Nº: 5. pp: 65 - 82.

(4).-El capítulo 3, pregunta 3, analiza la influencia de las situaciones coyunturales en las inversiones en I+D.

(5).-Ver capítulo 3, punto 5.4.

(6).-Esto, en cierto sentido, ha sido comentado en la pregunta 3 del capítulo 3 con el título "Concentración y situación del mercado".

(7).-La influencia del tamaño en la función de I+D aparece en el capítulo 3, pregunta 4.

(8).-Una obra de consulta puede ser:

RODRIGUEZ SAIZ, L.; PAREJO GAMIR, J.A. y CUERVO GARCIA A. "Manual de sistema financiero español". Ariel. Barcelona 1.990.

(9).-En el ámbito de I+D, la presencia del Sector Público se detalla en el capítulo 3, pregunta 6 y sus instrumentos financieros en el capítulo 10, pregunta 1.

(10).-RODRIGUEZ SAIZ, L.; PAREJO GAMIR, J.A. y CUERVO GARCIA A. Ob.Cit. p: 26.

(11).-RODRIGUEZ SAIZ, L.; PAREJO GAMIR, J.A. y CUERVO GARCIA A. Ob.Cit. p: 34.

(12).-RODRIGUEZ SAIZ, L.; PAREJO GAMIR, J.A. y CUERVO GARCIA A. Ob.Cit. p: 35.

(13).-RODRIGUEZ SAIZ, L.; PAREJO GAMIR, J.A. y CUERVO GARCIA A. Ob.Cit. p: 35.

(14).-CRABBE, Leland E.; PICKERING, Margaret H. y PROWSE, Stephen D. "Recent Development in Corporate Finance". Federal Reserve Bulletin. Agosto 1.990. Vol: 76. Nº: 8. p: 593.

(15).-CRABBE, Leland E.; PICKERING, Margaret H. y PROWSE, Stephen D. Ob.Cit. p: 593.

(16).-En lo referido a I+D, consultar anexo III.

(17).-COSTA RAN, Luis y FONT VILALTA, Montserrat. "Nuevos instrumentos financieros para el empresario europeo." E.S.I.C. Editorial. Madrid 1.990. p: 103.

(18).-COSTA RAN, Luis y FONT VILALTA, Montserrat. Ob.Cit. p: 103.

(19).-BREALEY, Richard y MYERS, Stewart. Ob.Cit. p: 393.

(20).-Sobre la aplicabilidad de estos métodos a las inversiones en I+D, acudir a los capítulos 14, 15 y 16.

(21).-Ver capítulo 15, punto 7.1.

(22).-Ver capítulo 14, pregunta 1.

(23).-PORTER, Michael E. Ob. Cit. pp: 65 - 82.

CAPITULO 9: Mercado externo de capitales para la financiación de proyectos y programas de I+D: Agentes participantes y variables.

1.- MERCADO EXTERNO DE CAPITALS PARA PROYECTOS Y PROGRAMAS DE I+D: REDEFINICION DE LOS PAPELES DE LOS AGENTES PARTICIPANTES.

La conducta con respecto a la financiación de proyectos de los diferentes agentes, es el resultado de su apreciación subjetiva de las condiciones del mercado y de sus posibilidades - disponibilidades de inversión. Ambos factores cambian sustancialmente en el caso de las inversiones en I+D, obligando a una evolución de los papeles a desempeñar por los diferentes agentes económicos.

1.1.- Economías domésticas.

La complejidad técnica y financiera de las inversiones en I+D, desincentiva la participación directa de este colectivo en la financiación de proyectos y programas. Su intervención, en consecuencia, queda canalizada a través de intermediarios financieros o proporcionando fondos directamente a la empresa (bonos o pagarés) que esta adjudicará posteriormente a actividades de I+D.

Paradójicamente, en pequeñas y medianas empresas (y más concretamente en las innovadoras), las economías domésticas adquieren un papel protagonista importante en la financiación de inversiones en I+D en sus primeras etapas. En este caso, la conducta de las economías domésticas, obedece más a criterios personales que de racionalidad económico - financiera (1).

1.2.- Empresas.

Comprenden por volumen monetario y por número, la mayoría de los solicitantes de fondos de I+D. Algunas de ellas, pueden ser oferentes de financiación sobre todo para proyectos concretos. Eso sí, ante la carencia y dificultades puestas por otros agentes, las empresas diseñan fórmulas financieras adaptadas a las condiciones propias de la inversión en I+D (como se expondrá en próximos capítulos).

1.3.- Sector Público.

En el capítulo 3, en su pregunta 6; "Sistema nacional de innovación (II): El Sector Público", aparece detallada perfectamente el papel activo y pasivo de este Ente en la financiación de proyectos y programas de I+D.

1.4.- Intermediarios financieros.

Aunque conservan sus funciones esenciales, los condicionantes de la inversión en I+D, sus métodos cualitativos y cuantitativos para valorarlas, etc. redefinen su actuación.

Su posicionamiento, puede generalizarse en una de las dos posturas siguientes:

A) Participación en la financiación de un proyecto-programa de I+D mediante el cobro de una prima alzada en la rentabilidad exigida (coste de la financiación) por el riesgo extra asumido.

B) Denegación de la financiación porque los intermediarios financieros, en su escala de valores, "...a menudo prefieren alguna clase de seguridad tangible susceptible de ser vendida en caso de fracaso" (2) y esta garantía es difícil de proporcionar por un proyecto - programa de I+D.

A pesar de este juicio, su actuación está muy mediatizada por las

condiciones del mercado tal y como se estudia a continuación.

1.5.- Instituciones del mercado externo de capitales.

La estructura formal, la legislación específica, los procedimientos operativos, etc. que constituyen la esencia de estas instituciones, no sufren apenas alteración (3) cuando se trata de financiar a los proyectos - programas de I+D. Con independencia de su naturaleza, la conducta racional del mercado, tiende a valorar positivamente las inversiones si incrementan el valor de la empresa que las realiza. Esta lógica de actuación, se ve afectada por la dinámica propia de proyectos y programas de I+D. Por ejemplo, el asumido largo plazo de las inversiones en I+D, nos permite reducir el concepto de instituciones del mercado externo de capitales al de mercado de capitales. Y dentro de él, es posible comprobar como se producen modificaciones en sus criterios clásicos. El análisis de estos cambios, necesita de dos hipótesis de trabajo porque el comportamiento de los inversores que concurren al mercado de capitales (mercado desde ahora) será distinto en cada alternativa:

1.5.1.- Primera hipótesis de trabajo: "Miopía del mercado" ante los proyectos-programas de I+D. Es aquella situación del mercado donde "...los inversores no pueden ver más allá de los beneficios actuales, de este modo, inversiones a largo plazo como las de I+D, son evitadas porque los directivos de las empresas temen que alguna reducción de beneficios a corto plazo deprimirá el precio de las acciones y hará a la empresa más atractiva para una toma de control ajena" (4).

De la definición anterior, complementada por la de Hall (5) y los hallazgos de Porter (6) para el mercado americano, nos permite delimitar el perfil típico de un "mercado miope":

A) Desestimación sistemática de las inversiones a largo plazo (y por extensión reducción drástica de la financiación a I+D).

B) Los directivos, inversores, e intermediarios financieros valoran más el beneficio presente que el futuro de tal forma que la cotización se vea favorecida por unos resultados trimestrales hinchados (efecto de maquillaje).

C) Falta de transparencia e información (7).

Los resultados de esta hipótesis se extienden por todos los aspectos de la actividad empresarial con diferente incidencia sectorial. Pero en lo que se refiere a I+D, se concentran en:

A) Doble penalización a la ejecución de proyectos - programas de I+D: La "miopía" del mercado externo de capitales se extiende al interno donde se penalizan las inversiones en I+D por parte de la dirección. Estamos ante un proceso "autoalimentado".

B) Las carteras de I+D, se componen de una proporción mínima de inversiones a largo plazo, generalmente por debajo de lo que sería razonablemente necesario.

C) Reducciones drásticas de los fondos destinados a financiar los activos intangibles y los recursos complementarios de todo proyecto - programa de I+D.

D) Caídas en la capacidad de crecimiento a largo plazo así como en la tasa real de este.

E) Reducción de la rentabilidad media a largo plazo de empresas y sectores.

F) Traslado de la financiación de proyectos y programas de I+D hacia otras fórmulas como son los consorcios, "Joint Venture", etc.

1.5.2.- Segunda hipótesis de trabajo: Mercado eficiente. "Un mercado de valores se dice que es eficiente cuando la competencia entre los distintos inversores que actúan en el mercado guiados por el principio de "máximo beneficio", conduce a una situación en la que en cualquier momento del tiempo el precio de cualquier valor mobiliario constituye una buena estimación de su valor "intrínseco". Las tres principales condiciones para que un mercado sea "eficiente" son según E.M. Foster, las siguientes:

- 1.- Homogeneidad de la mercancía intercambiada.
- 2.- La existencia de un gran número de compradores y vendedores.
- 3.- La relativa facilidad para entrar y salir del mercado" (8).

En resumen, un mercado será más eficiente cuando los precios de los valores reflejen la información disponible. Lo cual nos introduce en diferentes grados de eficiencia: (9)

- A) Débil: La serie histórica de precios no pueden ser utilizadas para anticipar situaciones futuras.
- B) Intermedia: Los precios reflejan toda la información hecha pública.
- C) Fuerte: Los cambios en los precios son variables aleatorias independientes que reflejan toda la información pública y privada.

Por supuesto, a medida que aumenta el nivel de eficiencia, los proyectos-programas de I+D incrementan sus probabilidades de ser financiados en el mercado de capitales.

1.5.3.- Conducta real de las instituciones del mercado externo de capitales. (Contrastación de las dos hipótesis anteriores). Situándonos en cualquiera de los dos escenarios definidos por cada una de estas hipótesis, la financiación de las inversiones en I+D estará influenciadas (como ya se ha comentado) por el grado de cumplimiento de estos supuestos. La forma de contrastación de estas hipótesis, se realiza comprobando la correlación existente entre anuncios de inversión en I+D, y la evolución de las cotizaciones del promotor.

Así, sí ..."el mercado de capitales es considerado "miope", podría esperarse una reacción negativa a los anuncios de incrementos en los gastos de I+D, especialmente en aquellos que concurren con un descenso simultáneo de las ganancias por acción" (10).

En una situación como la descrita, se produciría un desvío de posibilidades de financiación de los proyectos-programas de I+D desde el mercado externo de capitales (mercado "miope") hacia el interno, el cual puede penalizar este tipo de inversiones como ya se ha comentado en el capítulo 7, pregunta 3 (efecto conocido como "miopía de dirección"). La proposición inversa se cumple a medida en que el mercado de capitales, se hace más eficiente fomentando la participación activa en la financiación de inversiones en I+D.

A este respecto, se han realizado diversas pruebas empíricas del grado de miopía o eficiencia del mercado ante las inversiones en I+D según la metodología citada. La veracidad de las conclusiones obtenidas, se ven matizadas

por un conjunto de dificultades de orden operativo que aparecen con frecuencia:

A) Existencia de "miopía de dirección": Los directivos pueden tener cierta preferencia por los beneficios a corto plazo debido a motivos de seguridad en el puesto de trabajo o al ser remunerados con acciones de la compañía, por ejemplo (11).

B) Decisiones sobre la comunicación pública: En ocasiones, la dirección de la empresa no comunica la decisión de incrementar sus gastos de I+D, o solamente lo hace cuando espera reacciones positivas de los mercados (12). En este sentido, conviene recordar el "coste adicional" de la difusión de noticias de este índole

C) Resultado final de la inversión en I+D: Todas las inversiones en I+D necesariamente no terminan con resultados positivos debiendo por tanto el mercado reaccionar positivamente en unos casos y negativamente en otros (13).

D) Necesidad de depurar datos: Problemas como la duplicidad de anuncios, comunicaciones sin contenido específico, de ayudas estatales, o acompañadas de otra información de distinta naturaleza, desvirtúan las conclusiones de este tipo de análisis (14).

E) Presencia de otras variables explicativas: Parte del poder explicativo de este tipo de estudio, puede deberse a una serie de variables auxiliares. En este sentido, se pueden destacar; nivel tecnológico de la industria, concentración del mercado, tamaño de la cuota de mercado, intensidad de I+D en relación con el promedio de la industria y proporción del incremento del anuncio (15).

F) Interacciones con otras informaciones simultáneas susceptibles de reflejarse en las cotizaciones: El flujo de información financiera valorado por el mercado se incrementa día a día, consecuentemente, es muy difícil aislar la influencia de una noticia en particular. Otro aspecto de relieve, es el problema de la anticipación del anuncio por parte del mercado por filtraciones o por la regularidad de los mismos (16).

G) Horizonte temporal del estudio: Es difícil prever cuando tendrá reflejo en las cotizaciones los anuncios de unas mayores inversiones en I+D.

H) La necesaria discreción referida a contenidos del proyecto-programa a desarrollar. La información revelada puede convertirse en un recurso de innegable valor para la competencia impidiendo una difusión amplia en cuanto el contenido y por tanto mayor dificultad para evaluar (17).

I) Veracidad de la información: Se está extendiendo la práctica de anuncios tempranos de lanzamiento de nuevos productos o de las inversiones en I+D necesarias para lograrlo. Esta falsedad o manipulación de la información, tiene como objeto restar ventas al competidor más innovador que se ha adelantado con sus productos nuevos (18).

A pesar de todas estas matizaciones metodológicas, ciertos autores han llegado a la siguiente conclusión sobre el "grado de miopía" del mercado de capitales estadounidense: (19)

"Los mercados financieros no son completamente miopes con respecto a los gastos en I+D. (...) Esta evidencia (resultados de varios de estos estudios) es argumentable contra una miopía extremada del mercado."

Esta conclusión general, puede desagregarse en otras de mayor detalle y de mayor aproximación a la realidad:

A) Con respecto a la concentración del sector: "En particular, para firmas en industrias caracterizadas por una alta (baja) concentración de vendedores, los anuncios de incrementos en los gastos de I+D previstos están asociados con significativos incrementos positivos (negativos) en los beneficios de la acción" (20). Entonces, es posible concluir como la concentración del mercado donde competirán los resultados de las inversiones en I+D, reduce la "miopía" del mercado.

B) Con respecto al contenido de los anuncios, podemos clasificarlos en dos tipos de información:

B.1) Anuncios específicos: "Anuncios referidos proyectos específicos o multianuales son asociados con beneficios no normales" (21).

B.2) Presupuestos anuales de I+D: "No se detectan beneficios extraordinarios para anuncios de presupuestos anuales de I+D (...) sin embargo, esta situación varía al considerar las empresas en función de la concentración de su mercado" (22).

C) Con respecto al nivel tecnológico: "La respuesta del precio de las acciones a los anuncios tiende a ser claramente positiva para el grupo de valores dedicados a la alta tecnología (...), pero negativa para los dedicados a baja tecnología" (23).

D) Con respecto a la intensidad en I+D: "Compañías con una intensidad superior de I+D que el promedio de la industria, tienen un mayor incremento de cotización en

sectores de alta tecnología y un efecto negativo o nulo para las de bajo nivel tecnológico" (24).

E) Con respecto al dominio del mercado o al tamaño del anuncio: No es posible establecer una relación causa-efecto clara para ninguno de estos dos factores (25).

Reforzando la propuesta de no excesiva "miopía" del mercado (expuesta en (14)), y a la luz de estas nuevas aportaciones, podemos concluir: (26)

"Estos resultados sugieren que los mercados de capitales estadounidenses no son miopes. En vez de eso, los inversores ven más allá del impacto en el beneficio a corto plazo de unas mayores inversiones estratégicas cuando valoran el precio de una acción."

Esta discusión y las conclusiones obtenidas, no deben ser interpretadas como un "dogma de fe", pues su componente dinámico y otros factores permiten sostener posturas enfrentadas. Por ello, no es extraño que se informe de la penalización que realiza el mercado, a los títulos de empresas que centran sus inversiones en I+D a largo plazo (27).

Otra prueba en esta dirección se obtiene (28) cuando se compara el índice bursátil Hambrecht & Quist High-Tech (H&Q Index) compuesto por 175 valores de sectores de alta tecnología, con el Standard & Poor's 400, formado con acciones de sectores mayoritariamente maduros. El resultado de la comparación es esclarecedor; en el período de 1.987 a 1.989, la cotización del índice H&Q, se redujo en un 19,5%, mientras que el S&P 400 creció un 5,8%, y sus P.E.R. (Price Earnings Ratio), fueron respectivamente 19,3 y 13,5.

La razón argumentada, es muy sencilla (29); "(los inversores), apostando en las empresas objetivo de las

tomas de control de mes que viene, han tenido mayores recompensas que invirtiendo en los descubrimientos potenciales de la próxima década".

Estas afirmaciones, no están exentas de los característicos "ciclos de mercado". Por eso, no sorprende encontrar como para 1.994, un estudio similar (30), se cita que el H&Q Index subió un 9% mientras que el S&P 500 cayó un 3,65% en ese período.

A nuestro juicio, la eficiencia o "miopía" del mercado con respecto a las inversiones en I+D oscila temporalmente debido a la situación coyuntural del mercado así como a la gran volatilidad de las cotizaciones de las acciones de las empresas de alta tecnología (31).

2.- MERCADO EXTERNO DE CAPITALES PARA PROYECTOS Y PROGRAMAS DE I+D: APARICION DE NUEVOS AGENTES.

Justificado en los factores diferenciales propios de las inversiones en I+D, el plantel de agentes económicos participantes en el proceso de inversión-financiación, se complementa con la incorporación de nuevos participantes tanto desde lado de la oferta como de la demanda de fondos.

2.1.- Instituciones privadas sin fines de lucro.

Se incluyen bajo esta denominación las "organizaciones privadas que no han sido creadas con el objetivo de obtener beneficios. Estas organizaciones se financian normalmente por medio de tasas, cotizaciones o donaciones de sus miembros o patrocinadores y subvenciones concedidas por la Administración Pública y las empresas. También pueden obtener ingresos de la venta de sus servicios" (32).

"Este sector comprende fundamentalmente las asociaciones o fundaciones de tipo voluntario con fines específicos

(científicos, profesionales, sanitarios, filantrópicos) e instituciones de investigación apoyadas por esas asociaciones o fundaciones. También se incluyen las Cajas de Ahorro (obra benéfico social)" (33).

Sus actuaciones de I+D, son investigadoras, financiadoras o divulgadoras, por ello en su conjunto pueden ser demandantes u oferentes de fondos.

2.2.- Instituciones de enseñanza superior.

"Este sector comprende las Universidades (Facultades y Escuelas Técnicas Superiores), Institutos Tecnológicos y otros establecimientos postsecundarios cualquiera que sea el origen de sus recursos financieros y su situación jurídica. Comprende también, todos los Institutos de investigación, estaciones de ensayo y clínicas que están bajo control directo de establecimientos de Enseñanza Superior, son administrados por ellos o están relacionados con estos últimos" (34).

Por sus funciones de investigación y divulgación, son catalogados como demandantes de fondos de financiación de sus inversiones de I+D.

2.3.- Propietarios de recursos complementarios.

Incluidos en el grupo de agentes económicos denominado empresas, existe un cierto subgrupo con relevancia propia frente a un determinado proyecto-programa de I+D. Son los propietarios de los recursos complementarios (35). Esta especial vinculación se establece en un marco de colaboración tecnológica y financiera. Así los propietarios otorgan financiación a los promotores de inversiones en I+D, bien en especie (utilización gratuita de los recursos complementarios), bien con fondos. A cambio, obtendría la exclusividad en el empleo de sus recursos complementarios.

Por tanto, cabe considerar este agente como una fuente de

financiación de los proyectos-programas de I+D aunque no sea utilizable siempre (su uso habitual se limita a la segunda fase del proyecto-programa de I+D, particularmente si este tiene un alto nivel de innovación tecnológica).

3.- MERCADO EXTERNO DE CAPITALES PARA PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D: VARIABLES.

3.1.- Riesgo.

El anexo III se dedica a analizar las manifestaciones del riesgo en las inversiones de I+D. Complementando la que allí aparece, el mercado externo de capitales para los proyectos de I+D, realiza del factor riesgos las siguientes lecturas:

A) De los riesgos propios de la empresa: Los proyectos-programas de I+D de productos, influyen decisivamente en la valoración y estimación del riesgo financiero de la empresa que la ejecuta. Devinney (36) nos demuestra esta relación en estos términos:

A.1) Las empresas con un número grande de anuncios de nuevos productos sufren de inestabilidad en su riesgo financiero. Esto implica que para empresas envueltas en rápidos desarrollos de productos las estimaciones de su coste de capital serán poco fiables.

A.2) Es asumible que la incidencia de este fenómeno será más acusada en empresas pequeñas.

A.3) Por último identifica tres grupos de compañías. El primero está constituido por aquellas empresas donde el riesgo financiero permanece estable ante la introducción de nuevos productos. Primordialmente, se tratará de firmas con un alto apalancamiento con pocos anuncios de nuevos productos. Su crecimiento, está sustentado en la expansión comercial de los productos

existentes.

El segundo grupo será el de aquellas empresas diversificadas eficientemente en donde podríamos esperar ciertas reducciones en su riesgo financiero ante la introducción de nuevos productos. El tercer grupo estará formado por aquellas empresas grandes con frecuentes lanzamientos de productos y en donde el riesgo financiero se incrementará.

Las repercusiones de estas conclusiones (ampliables a los proyectos-programas de I+D en procesos), son muy importantes. Y en especial para las situaciones descritas en los dos últimos grupos porque la dificultad de estimar fiablemente a priori el riesgo financiero y coste de capital conducen a situaciones donde "las empresas pueden haber rechazado proyectos que debieran haberse perseguido más intensamente y lanzado nuevos productos que "ex ante" no debían haber sido introducidos" (37).

B) De los riesgos propios del proyecto-programa de I+D: Gradualmente a la eficiencia del mercado externo de capitales la consideración del riesgo pasará de ser algo intuitivo a una estimación más apropiada por parte de los agentes. Esta profundización en el conocimiento es pareja a las siguientes manifestaciones (38):

B.1) Riesgo de mercado: En la doble vertiente de la aceptación de la innovación por el mercado y la posibilidad de imitación por la competencia.

B.2) Riesgo estratégico.

B.3) Riesgo tecnológico: También en una doble vertiente, viabilidad técnica del proyecto-programa de I+D y adaptaciones de la tecnología empleada.

B.4) Riesgo organizativo.

B.5) Riesgo derivado del sistema legal de acceso a la propiedad de la innovación.

Para el mercado externo y tanto a nivel cuantitativo como cualitativo, los proyectos-programas de I+D representan un importante incremento del riesgo con otras inversiones convencionales. He aquí una razón explicativa del desplazamiento que sufren las inversiones en I+D cuando los decisores (directivos e inversores) tienen aversión al riesgo (como ocurre con los tradicionales).

3.2.- Apalancamiento.

Las hipótesis de Miller y Modigliani "implican que la política de I+D no debe ser afectada por el grado de apalancamiento" (39). "Sin embargo, muchos economistas y directivos creen que incrementos en los ratios de apalancamiento (...) presiona a la firma para usar sus flujos de caja para servir a su deuda a largo plazo a expensas de las inversiones, particularmente de aquellas de naturaleza a largo plazo como las de investigación y desarrollo" (40).

La comprobación práctica de una de estas dos ideas, requiere definir una situación de partida donde exista un nivel de endeudamiento y una política de inversiones en I+D. A partir de estos datos, se estudiará como resulta afectada la política de I+D como consecuencia de un incremento elevado del apalancamiento. El supuesto más emblemático que responde a esta elevación del nivel de endeudamiento, han sido las operaciones financieras conocidas como L.B.O. ("Leveraged Buy Out", o compras con apalancamiento en su traducción española). En cualquiera de sus modalidades posibles, han sido el medio más empleado para analizar las relaciones entre el grado de apalancamiento y las inversiones en I+D.

Para realizar esta verificación, planteamos la siguientes dos situaciones de partida:

A) Primera: Relación existente entre la "intensidad de I+D" de una empresa (definida como la cifra de inversión en I+D dividida por la de las ventas y ajustada al promedio del sector) antes y después de una compra con apalancamiento (41).

B) Segunda hipótesis: Relación existente entre la "intensidad de patentes" (definida como el número de patentes conseguidas dividido por las ventas) antes y después de una compra con apalancamiento (42).

Contrastadas empíricamente con información del mercado norteamericano, podemos afirmar que ambos indicadores se comportan de forma negativa tras un L.B.O.

Las razones argumentadas como explicación de este fenómeno atienden a diversos aspectos como son:

A) La "intensidad de I+D" se reduce después de un L.B.O. probablemente por que:

A.1) Los directivos utilizan la política de adquisiciones como un sustituto a la de innovación propia (43).

A.2) "Aunque existan riesgos, los resultados de una adquisición empresarial son más predecibles que los de desarrollo interno" (44).

B) La "intensidad de las patentes" disminuye tras una operación de este tipo, probablemente por que:

B.1) Se "aniquila" la "cultura del campeón", un modelo organizado para desarrollar proyectos-programas de I+D

(45).

B.2) Una adquisición (como sustitutivo de la generación propia de inversiones de I+D) puede poner en el mercado productos nuevos para la empresa adquiriente cuyo origen es la adquirida, pero esto no significa que sean nuevos en el mercado (46).

Estas afirmaciones deben ser consideradas como válidas pero con ciertas reservas motivadas por la metodología empleada. En concreto, en esta serie de objeciones, incluiríamos:

A) Se evidencia como las empresas de alto nivel tecnológico o con un elevado presupuesto de I+D no son buenas candidatas para una transformación financiera como la propuesta (L.B.O.). El motivo habría que encontrarlo en la propia estructura del endeudamiento derivado que requiere un alto grado de liquidez para enfrentarse a los intereses y principal de la deuda, y por tanto, se perseguirá inversiones muy diferentes a las de I+D (47).

B) La "miopía" o eficiencia del mercado externo de capitales. Este parámetro debe esclarecer la relación causa - efecto existente entre apalancamiento e inversión en I+D. En otros términos, el endeudamiento proviene de la falta de atractivo de las oportunidades de innovación o por el miedo a que el mercado menosprecie la cotización de las acciones si se continúa con la misma estrategia de I+D (48).

C) Problemas derivados de la homogeneidad y representatividad de los datos recogidos y de los indicadores seleccionados. Por ejemplo, ¿hasta qué punto, el número de patentes es un fiel reflejo de los resultados de la actividad de I+D? Cuestiones como estas pueden ser planteadas para ambos tipos de "densidad" definidos (49).

A través de esta exposición, hemos propuesto pruebas suficientes

pero no definitivas, de la existencia de un efecto negativo entre el grado de apalancamiento e inversiones de I+D en su vertiente financiera ("intensidad de I+D") y operativa ("intensidad de las patentes"). De confirmarse y generalizarse (a todos los sectores, empresas y operaciones de endeudamiento) nos encontraríamos en una situación donde:

"Estos argumentos junto con antiguas y nuevas evidencias de liquidez e inversión, restauran la unión entre inversión y fuente financiera que fue rota por Franco Modigliani y Merton Miller" (50).

3.3.- Plazo / liquidez.

Al igual que antes, la relación entre liquidez de la empresa e inversiones en I+D puede ser planteada mediante dos hipótesis o cuestiones a saber:

A) ¿Cómo afecta un exceso de liquidez de la empresa a su política de I+D?

B) ¿Cuál es la valoración de los mercados ante la combinación liquidez y plazo de las inversiones de I+D?

A diferencia del caso anterior, no hemos encontrado referencias para realizar el contraste de estas dos preguntas. Este es el motivo por el cual procederemos a realizar un desarrollo teórico de las respuestas probables.

En la primera hipótesis, se hace necesario distinguir entre excesos de liquidez coyunturales ("puntas de tesorería") y estructurales. Con casi toda seguridad, la liquidez excedente del primer tipo se materializará en inversiones a corto plazo o con un mercado secundario muy activo. Ninguna de estas dos condiciones es cumplida por los proyectos-programas de I+D, ni tan siquiera en su modalidad de derivados, la más simple.

Para los excesos de liquidez estructurales, las circunstancias cambian. Su empleo, está destinado a financiar inversiones a más largo plazo dando oportunidad de incrementar el volumen de fondos de I+D aunque en dura pugna con otras inversiones en activos fijos o de índole financiera.

La segunda cuestión planteada, es respondida desde la propia definición y características de los proyectos-programas de I+D. La liquidez en los mercado externo de capitales, penaliza la naturaleza de las inversiones en I+D, y así exige un menor precio cuando aportan capital, o un mayor tipo de interés y garantías cuando financia con deuda. No obstante, en épocas de mucha liquidez de los mercados, las empresas con un volumen elevado de inversión en I+D se beneficia de este exceso pero siempre por detrás de compañías de sectores más maduros.

3.4.- Coste financiero / Rentabilidad de la inversión.

La expresión de un equilibrio en un mercado, es la formación de un precio. En el caso de los mercados externos de capitales, este precio, es el coste financiero del demandante de fondos y la rentabilidad de la inversión para el oferente. Con esta premisa, la conducta probable las empresas promotoras de I+D como demandantes de fondos, recurrirán al endeudamiento "cuando la autofinanciación no es suficiente para hacer frente a los nuevos proyectos de inversión. La razón de esto es el menor coste que supone el uso de fondos procedentes de reservas (aunque en términos de "coste de oportunidad" esto pudiera no ser siempre cierto)" (51).

Esta actuación típica, se ve apoyada por lo que podríamos denominar factores de la oferta. Partiendo de una consideración de los mercados externos de capitales para proyectos-programas de I+D "no excesivamente miopes", los impulsores desde la oferta de la conducta descrita son:

A) La falta de conocimiento y de información sobre los

proyectos-programas de I+D. Acrecentándose, por las particularidades de duración y riesgo de estas inversiones.

B) Discriminación sectorial. En sectores intensivos en tecnología y en conocimiento, existe una especial sensibilidad de los mercados externos para proveer fondos. En cambio, se produce el efecto contrario en sectores de bajo nivel tecnológico. Esta diferenciación es fruto del subjetivo papel estratégico atribuido a los proyectos-programas de I+D por parte del mercado externo de capitales.

C) Desplazamiento de la función de oferta desde los mercados externos hacia otros agentes. Existe un "círculo vicioso" en los mercados externos a través del cual los participantes (mercados e instituciones financieras) se inhiben de sus funciones, transmitiendo su responsabilidad a otros agentes como el Sector Público. Y este a su vez va adquiriendo mayor peso específico en la financiación de inversiones privadas en I+D, con lo cual hace de fermento del círculo.

D) Exigencias por parte de las Autoridades Monetarias de unas provisiones y recursos propios por concentración de riesgos en inversiones "no tradicionales". Estos requisitos repercuten en un coste adicional en la financiación de inversiones en I+D.

E) Dificultades para evaluar flujos de caja de un proyecto-programa de I+D (52).

F) Posibilidad de que los beneficios de la innovación no sean disfrutados por el promotor pero sí por los imitadores de la competencia.

De esta forma, los posibles oferentes privados de fondos para proyectos-programas de I+D dedican sus esfuerzos a inversiones

menos complejas, reduciendo el volumen global de fondos.

Esta actitud, tanto de la oferta como de la demanda en los mercados externos de capitales, provoca un resultado muy concreto. Por el lado de la demanda, un encarecimiento de la financiación ajena frente a otras inversiones alternativas. Por parte de la oferta, se exigirá una "prima compensadora o de riesgo" por actuar en un campo que cada vez consideran menos suyo.

Además, esta limitación de oferta y encarecimiento de las fuentes financieras, produce una serie de consecuencias en los promotores de I+D. La primera de ellas, es el englobar la financiación de los distintos proyectos-programas de I+D en el marco general de financiación de la empresa, no revelando intencionadamente el uso final de los fondos y así evitar un posible encarecimiento.

En segundo lugar, se construyen instrumentos financieros especiales (ver capítulo siguiente). Y por último, surgen agentes económicos especializados para lograr los fondos necesarios que demandan los promotores de I+D.

El único aspecto positivo valorado por la oferta del mercado externo de capitales para inversiones en I+D, es la excepcional rentabilidad de algunos proyectos-programas de I+D si triunfan. Por ello, vinculan en ocasiones su remuneración a estos beneficios, con lo cual, la "prima compensadora" no supone un coste financiero fijo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 9:

(1).-En este punto, conviene acudir a la definición de "angel market" en el capítulo 10, punto 2.2.

(2).-HALL, Bronwyn H."The Impact of Corporate Restructuring on Industrial Research and Development". Brookings Papers: Microeconomics. 1.990. p: 112.

Además, en el capítulo 6, epígrafe 8.2. se expone esta circunstancia.

(3).-En el capítulo 10, preguntas 2 y 3 se exponen las pequeñas adaptaciones que sufren para adecuarse a las inversiones en I+D.

(4).-CHAN, Su Han; MARTIN, John D. y KENSINGER, John W."Corporate research and development expenditure and share value". Journal of Financial Economics. Agosto 1.990. Vol: 26. N°: 2. p: 256.

(5).-HALL, Bronwyn H. Ob.Cit. p: 87.

(6).-PORTER, Michael E."Capital Disadvantage: America's Failing Capital Investment System". Harvard Business Review. Septiembre - Octubre 1.992. Vol: 70. N°: 5. p: 67 - 68.

(7).-Como se pone de manifiesto en el capítulo 7, punto 4.1. y en este mismo, en su punto 1.5.3.

(8).-SUAREZ SUAREZ, Andrés S. "Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa". Ediciones Pirámide. Madrid 1.991. p: 424.

(9).-SUAREZ SUAREZ, Andrés S. Ob.Cit. pp: 426 y ss.

(10).-CHAN, Su Han; MARTIN, John D. y KENSINGER, John W. Ob.Cit. p: 268.

(11).-CHAN, Su Han; MARTIN, John D. y KENSINGER, John W. Ob.Cit. p: 256.

En la tesis, esta idea es introducida en el capítulo 7, pregunta 3.

(12).-CHAN, Su Han; MARTIN, John D. y KENSINGER, John W. Ob.Cit. p: 257.

En la tesis, este "coste adicional" se expone en el capítulo 7, punto 4.1.

(13).-CHAN, Su Han; MARTIN, John D. y KENSINGER, John W. Ob.Cit. p: 257.

(14).-CHAN, Su Han; MARTIN, John D. y KENSINGER, John W. Ob.Cit. p: 258.

- (15).-CHAN, Su Han; MARTIN, John D. y KENSINGER, John W. Ob.Cit. p: 257.
- (16).-DOUKAS, John y SWITZER, Lorne. "The stock Market's Valuation of R&D Spending and Market Concentration." Journal of Economics and Business. Mayo 1.992. Vol: 44. N°: 2. p: 100.
- (17).- Ver capítulo 7, punto 4.1.
- (18).- Ver capítulo 6, cuadro n°6.3.
- (19).-HALL, Bronwyn H. Ob.Cit. pp: 87 - 88.
- (20).-DOUKAS, John y SWITZER, Lorne. Ob.Cit. p: 95.
- (21).-DOUKAS, John y SWITZER, Lorne. Ob.Cit. p: 105.
- (22).-DOUKAS, John y SWITZER, Lorne. Ob.Cit. p: 105.
- (23).-CHAN, Su Han; MARTIN, John D. y KENSINGER, John W. Ob.Cit. p: 269.
- (24).-CHAN, Su Han; MARTIN, John D. y KENSINGER, John W. Ob.Cit. p: 275.
- (25).-CHAN, Su Han; MARTIN, John D. y KENSINGER, John W. Ob.Cit. p: 275.
- (26).-CHAN, Su Han; MARTIN, John D. y KENSINGER, John W. Ob.Cit. p: 274.
- (27).-LANDERMAN, Jeffrey M. "Opening our Eyes to Market Myopia". "Business Week". Número Especial; "Reinventing America". 19 de Enero de 1.993. p: 139.
- (28).-"Business Week". *Without Wall Street*. N°: 3110. 16 de Enero de 1.989. p: 156.
- (29).-"Business Week". *Without Wall Street*. N°: 3110. 16 de Enero de 1.989. p: 156.
- (30).-"Business Week". *A surge of Power for High - Tech Plays?*. N° 3389. 26 de Diciembre de 1994 - 2 de Enero de 1995. pp: 52 - 53.
- (31).-"Business Week". *A surge of Power for High - Tech Plays?*. N° 3389. 26 de Diciembre de 1994 - 2 de Enero de 1995. pp: 52 - 53.
- (32).-Instituto Nacional de Estadística. "Estadística sobre las actividades de investigación y desarrollo tecnológico (I+D) 1.989". Madrid 1.992. p: 12.
- (33).-Instituto Nacional de Estadística. Ob.Cit. p: 12.
- (34).-Instituto Nacional de Estadística. Ob.Cit. p: 12.

(35).-Ver capítulo 6, punto 8.3.

(36).-DEVINNEY, Timothy. "New Products and Financial Risk Changes". The Journal of Product Innovation Management. Septiembre 1.992. Vol: 9. N°: 3. p: 230.

Además, en la tesis, los riesgos propios de la empresa, se citan en el capítulo 8, punto 3.4.

(37).-DEVINNEY, Timothy. Ob.Cit. p: 223.

(38).-Consultar el capítulo 8, punto 3.4. para su acepción más genérica, y el anexo III para el ámbito de I+D.

(39).-HALL, Bronwyn H. Ob.Cit. p: 86.

(40).-HALL, Bronwyn H. Ob.Cit. p: 86.

(41).-HITT, Michael A. ;HOSKISSON, Robert E. ;IRELAND, R.Duane y HARRINSON, Jeffrey S. "Effects of Adquisitions on R&D Inputs and Outputs." Academy of Management Journal. 1.991. Vol: 34. p: 695.

(42).-HITT, Michael A. ;HOSKISSON, Robert E. ;IRELAND, R.Duane y HARRINSON, Jeffrey S. Ob.Cit. p: 696.

Sobre la efectividad de estos dos indicadores como representativos de las actividades de I+D o innovación tecnológica, muchos autores expresan sus reservas. Un buen argumentario de ellas aparece en:

BARCELO ROCA, Miquel. "Innovación tecnológica en la industria. Una perspectiva española." BETA Editorial, S.A. Barcelona 1.994. pp: 23 y 45.

(43).-HITT, Michael A. ;HOSKISSON, Robert E. ;IRELAND, R.Duane y HARRINSON, Jeffrey S. Ob.Cit. p: 701.

(44).-HITT, Michael A. ;HOSKISSON, Robert E. ;IRELAND, R.Duane y HARRINSON, Jeffrey S. Ob.Cit. p: 695.

(45).-HITT, Michael A. ;HOSKISSON, Robert E. ;IRELAND, R.Duane y HARRINSON, Jeffrey S. Ob.Cit. p: 694.

En la tesis, este concepto aparece en el capítulo 13, punto 2.2 y la importancia de su papel queda patente en el capítulo 15, pregunta 2.

(46).-HITT, Michael A. ;HOSKISSON, Robert E. ;IRELAND, R.Duane y HARRINSON, Jeffrey S. Ob.Cit. p: 701.

(47).-HALL, Bronwyn H. Ob.Cit. pp: 102 y 121.

(48).-HALL, Bronwyn H. Ob.Cit. p: 121.

(49).-HITT, Michael A. ;HOSKISSON, Robert E. ;IRELAND, R.Duane

y HARRINSON, Jeffrey S. Ob.Cit. p: 697.

Esta misma cuestión es planteada por:

BARCELO ROCA, Miquel. Ob.Cit. pp: 23 y 45.

(50).-HALL, Bronwyn H. Ob.Cit. p: 112.

En el capítulo 12, punto 4.1, se hace un análisis similar pero referido a las fusiones y adquisiciones de empresas.

(51).-Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas (AECA). "Principios de valoración de empresas: Propuesta de una metodología". Madrid 1.981. p: 59.

(52).-Estas dificultades se ponen de manifiesto en los capítulos 14 y 16.

CAPITULO 10: Mercado externo de capitales: Fórmulas de financiación de proyectos y programas de I+D

1.- FINANCIACION DEL SECTOR PUBLICO.

La actividad financiadora del Sector Público (1) en el campo de I+D, se puede considerar, sobre el papel (aunque no sea siempre cierto), complementaria de la privada al menos en las economías occidentales. Este ideal, se materializa en un paquete de medidas destinadas a potenciar e incentivar los proyectos y programas de I+D privados.

Analizar este "paquete de medidas", supone enfrentarse a dos dificultades iniciales:

A) Establecer un límite entre las ayudas financieras a I+D propiamente dichas, de otras medidas, casi siempre parejas, tendentes a propiciar el desarrollo económico en general.

B) En esta materia, y debido a su trascendencia económica, tienen competencias los Organismos supranacionales (U.E. y O.C.D.E., por ejemplo), Administraciones Estatal, Regional y Local, así como diferentes Entidades de Utilidad Pública como las Cámaras de Comercio, asociaciones empresariales, etc.

Este múltiple origen de las posibles fuentes de financiación, dificulta la fijación de líneas maestras de la actuación financiera pública en I+D, con el agravante adicional que algunas Administraciones de rango menor, instrumentaliza y otorga lo establecido por otra de nivel superior (las Comunidades Autónomas, gestionan ciertos fondos definidos por la Unión Europea).

Sin menospreciar la importancia de estas dos premisas (relativa por otra parte), creemos haber identificado las siguientes líneas directrices que gobiernan las actuaciones financiadoras del Sector Público en el ámbito de I+D. A partir de ellas, procederemos a identificar las fuentes de recursos públicos que generan.

1.1.- Financiación "pasiva" del Sector Público.

Esta constituida por todos aquellos incentivos fiscales fijados bien por leyes específicas, (Ley del Impuesto de Sociedades, etc.) o como ocurre anualmente en la Ley de Presupuestos Generales del Estado, Comunidad Autónoma, etc.

Su objetivo es potenciar las actividades de I+D en "...todas las empresas del sector que sean y para el sector que sean..." (2).

En consecuencia, nos encontramos ante un instrumento horizontal de la política económica, de trato igualitario, cuya misión principal es expandir la base de empresas que realizan I+D. Y secundariamente, aumentar los presupuestos de aquellas que ya realizan estas actividades.

No se puede considerar a la actuación indirecta del Sector Público como un grupo homogéneo de medidas. Más bien, responde a una oferta de actuaciones cuya vigencia o derogación, es fruto de las restricciones presupuestaria de la Administración que en cada caso y ejercicio asuma esta competencia. En este sentido, sí es posible crear dos grandes grupos:

1.1.1.- Medidas destinadas a rebajar el importe de la deuda tributaria directa del sujeto pasivo promotor de I+D. Representan una menor necesidad financiera para el promotor y consecuentemente, los fondos liberados se dirigen a otros empleos dentro del marco de algún proyecto o programa de I+D. A su vez, pueden ser identificadas dos tipos de actuaciones:

A) Deducciones: El criterio de consecución de la deducción, es doble y alternativo; simplemente la realización de actividades de I+D o el incremento de volumen respecto a años anteriores. Típicamente, adquiere las siguientes dos formulaciones:

A.1) Deducciones en la base imponible o en la cuota impositiva.

A.2) Deducciones por inversión en activos dedicados a la función de I+D (en este supuesto, la legislación podrá diferenciar en relación a la naturaleza del activo; tangible, intangible, fijos, etc.).

B) Política de amortizaciones: Para considerar la amortización como gasto deducible a efectos fiscales debe estar calculada de acuerdo con las normas y tablas aprobadas por la autoridad fiscal. El criterio presente en esta regulación ha sido siempre el afán recaudatorio de las Administraciones, más que su adecuación a la realidad empresarial. Como paliativo a este desajuste, la autoridad fiscal puede permitir por ejemplo, la libertad de amortización (la empresa unilateralmente, decide la vida útil del equipo y la cuantía anual de la amortización) o la amortización acelerada (en la cual la propia autoridad provee de diferentes criterios, plazos y cuantía a la empresa para acortar el período de amortización), de todos los activos materiales e inmateriales afectos a actividades de I+D.

1.1.2.- Exenciones fiscales. A diferencia del apartado previo, en donde una Administración monopolizaba la concesión de incentivos, cualquier Entidad Pública en su ámbito geográfico y competencial puede conceder exenciones tributarias para la ejecución de actividades de I+D.

Los tributos objeto de exención, pueden ser directos o indirectos, nacionales o locales y el grado de exención puede ser total o parcial, universal o sectorial. La instrumentalización de estos beneficios se realiza o bien mediante una rebaja en la base imponible computable para el impuesto o bien a través de una reducción del tipo impositivo.

Los fines de cada una de las modalidades expuestas difieren sustancialmente. Así, cuando la exención es aplicada sobre tributos locales o indirectos que gravan la actividad o tenencia de bienes, se persigue la instalación de empresas innovadoras en la zona de vigencia para beneficiar de los denominados efectos inducidos de la función de I+D, a las ya presentes (3). También, decisiones de estas características pueden ser tomadas para complementar a otro tipo de actuaciones o facilidades (ver en el punto 1.2.2, el apartado C dedicado a "Parques tecnológicos y viveros de empresas").

Por el contrario, si la exención afecta a tributos directos y nacionales del sujeto pasivo, el objetivo es distinto; facilitar la realización de actividades de I+D. En este segundo caso, se arbitrarían dos soluciones tipo. La primera será dejar exento la totalidad o alguna parte de los beneficios (realizados o reinvertidos) con un proyecto-programa de I+D. O alternativamente, dejar o reducir la presión fiscal en las plusvalías generadas en la transmisión de activos vinculados con la función de I+D. La temporalidad de estas dos soluciones podría ser indefinida o mediante un plazo determinado y conocido.

En su conjunto, las medidas de la financiación pasiva del Sector Público aquí expuesta tienen dos incentivos financieros concretos; emular el conocido efecto de "escudo fiscal" que proporciona la financiación ajena, y como se discutió en el capítulo anterior es poco disponible para actividades de I+D. Y

en segundo lugar, reforzar las fuentes de autofinanciación de los proyectos-programas de I+D.

1.2.- Financiación "activa" del Sector Público.

Con respecto al primer grupo de actuaciones, supone el abandono del carácter universal y el cambio del beneficiario; del sujeto pasivo, al proyecto-programa de I+D. En consecuencia, la actuaciones activas tienen como notas más sobresalientes la concesión de financiación atendiendo a criterios particulares y directos, mediante actos administrativos del Organismo responsable, tendentes a satisfacer los intereses del Sector Público por el proyecto-programa de I+D destinatario de estos fondos, aparte de sus propias posibilidades de éxito.

Pormenorizar en estas actuaciones directas, implica reconocer la dificultad de la dispersión de objetivos de la normativa reguladora de ellas, pero que permite adentrarse en su naturaleza por medio del estudio de sus diversas concreciones:

1.2.1.- Actuaciones directas monetarias: Aquellas en las cuales existe una transferencia efectiva de fondos desde el Sector Público al privado. Las más importantes son:

A) Financiación "blanda": Consiste en el otorgamiento de créditos en condiciones de tipo de interés, cuantía, carencia, plazo y amortización más ventajosas que las ofertadas por el mercado externo de capitales. Los receptores de esta financiación blanda son "...aquellos proyectos que con unas perspectivas a medio y largo plazo contribuyan más a consolidar programas de actuaciones empresariales (...) que supongan un tirón importante para la economía..." (4). Es decir, se trata de reducir la "prima de riesgo" exigida por los financiadores privados.

Por norma, esta financiación "blanda" está controlada

y gestionada por algún Organismo Público autónomo. (C.D.T.I., en el caso español).

B) Capital riesgo público: Siguiendo los mismos pasos que el capital riesgo privado, las Administraciones Públicas, ofertan un volumen importante de fondos instrumentalizados de esta forma (la ampliación de este aspecto se realiza en este mismo capítulo en el epígrafe 2.1 dedicado a "Capital riesgo").

C) Subvención directa: Con casi toda seguridad nos hallamos ante la forma más característica de actuación pública en la financiación de I+D. De manera discrecional, el Sector Público se hace financiador directo y externo (con algunas limitaciones) de un proyecto-programa de I+D por su interés. Adquiere diferentes formulaciones, total o parcial, reintegrable o a fondo perdido, en activos fijos o circulantes, monetaria o en especie, etc.

El común denominador de estas actuaciones directas y monetarias, es el papel asumido por las organizaciones públicas gestoras de las medidas. En todas ellas, siempre sobre el papel, actúan por la inhibición o incapacidad del sector privado. Por ejemplo, cuando se conceden financiaciones blandas, se suple la incapacidad de las entidades financieras de conceder créditos en condiciones aceptables para un promotor de I+D. Con el capital riesgo público sucede algo similar. Lo limitado de la oferta privada de este instrumento financiero, y la ausencia en ella de algunos criterios geográficos o sectoriales, hacen necesaria la presencia de las Administraciones. Finalmente, la subvención representa la máxima expresión de la intervención pública en la financiación de I+D porque suple y completa la oferta financiera privada (5).

1.2.2.- Actuaciones directas no monetarias: Se pueden

considerar como un conjunto dispar de actuaciones encaminadas a reducir el presupuesto de I+D de un promotor bien con carácter global, bien para un proyecto-programa particular. El resultado es siempre muy parecido; el Sector Público presta una serie de servicios y/o transfiere recursos (excepto financieros) o bienes. Generalmente, estas medidas se acompañan de otras actuaciones directas o indirectas de carácter monetario para expandir su efectividad. En nuestra opinión, las actuaciones directas no monetarias más importantes son:

A) Política de compras de las Administraciones: Con independencia de cubrir sus propias necesidades, en este campo, el papel de las Administraciones es doble. Por un lado, imponen condiciones de transferencia de tecnología y participación conjunta a sus proveedores extranjeros y de otro, participan en proyectos supranacionales que permiten acceder a las empresas domésticas obtener contratos de ejecución de proyectos-programas de I+D. Esta fuente de financiación es esencial para sectores como el de la defensa o el aeroespacial.

Como medio de financiación, la política de compras de las Administraciones presenta los siguientes aspectos:

A.1) Las empresas beneficiadas suelen ser de tamaño grande por la envergadura de los proyectos.

A.2) El componente financiero es secundario porque la Administración debe proveerse de unos materiales y amparándose en el interés común propicia las transferencias de tecnologías con la financiación correspondiente.

A.3) Es una buena arma de negociación en la

política de compras.

A.4) Los fondos obtenidos, pueden tener dos formas; anticipos de pedidos y transferencia para la ejecución de un encargo.

B) Políticas sectoriales y territoriales: La dinámica actual de las economías de los países desarrollados se basa en un mercado global. Con esta situación de partida, podremos aplicar una diferenciación sectorial importante (6) y en especial en la división de sectores en emergentes (sustentados por las nuevas tecnologías) y sectores maduros (centrados en tecnologías de esta naturaleza). Estos últimos, presentan un apartado que sería los denominados sectores en crisis o reconversión. Conocida la especialización geográfica que se realizó en estos países desde fines del siglo pasado, nos permite a su vez hablar de regiones emergentes (con alta incidencia de sectores emergentes y unas buenas ventajas competitivas propias), y de regiones en declive (justo el caso contrario). Por tanto, existe una estrecha vinculación entre las políticas sectoriales y regionales.

Refiriéndonos a estas últimas, es necesario precisar como se ha sobrepasado su tradicional función de ser... "un conjunto de intervenciones públicas dirigidas a mejorar la distribución geográfica de las actividades económicas" (7). En la actualidad, las políticas regionales se centran en la idea de "cluster" (reforzando su vinculación con las sectoriales). Con esta denominación, nos referimos a "una agrupación de industrias unidas conjuntamente a través de relaciones de clientes, proveedores y de otro tipo" (8). Con ellos, se pretende repetir a otra escala, lo sucedido en comarcas ascendentes y se

concentren en sectores emergentes de la economía.

Los instrumentos empleados con esta finalidad son los llamados planes sectoriales, regionales, o incluso nacionales, marcos jurídicos de una serie de decisiones que afectan a I+D al arbitrarse una serie de ayudas e incentivos (cesión gratuita del suelo por ejemplo) a empresas innovadoras para atraerlas hacia una determinada zona.

Este tipo de actuación, puede tener efectos perniciosos sobre las actividades de I+D. Sí no se aumenta el volumen global de inversión o financiación en I+D, lo único que hacen es su redistribución geográfica, surgiendo así el conocido "efecto frontera". Este fenómeno económico, se refiere a la traslación de empresas hacia zonas donde gocen de determinadas ventajas competitivas con lo cual muchas veces se produce una mera traslación de proyecto-programas de I+D.

Esta razón nos lleva a creer necesario acompañar siempre a estas políticas, al menos en el ámbito de I+D, de actuaciones directas monetarias.

Por último, las regiones favorecidas por estos planes son las que cuentan con una importante presencia industrial tradicional con problemas estructurales y coyunturales de competitividad. Y los sectores emergentes incentivados suelen ser; biotecnología, aeronáutica, semiconductores, etc.

C) Parques tecnológicos y viveros de empresas: Pueden aparecer independientemente o como complemento al resto de actuaciones directas del Sector Público. De la mano de Morcillo (9) definiremos un parque tecnológico como "...el fruto de unos acuerdos de

cooperación convenidos entre la industria, la comunidad científica y las autoridades locales. La finalidad es implantar áreas de investigación e impulso abiertas exclusivamente a empresas que desarrollen su actividad en sectores de futuro intensivos en tecnología punta. (...) Además, las motivaciones y competencias de estos distintos colectivos suscitan sinergias que concurren decisivamente al fomento de nuevos proyectos industriales complejos con un nivel de gestión adecuado."

De forma paralela, los viveros de empresas son "unidades de gestión de origen público que permiten encauzar la actividad de una nueva empresa con el respaldo financiero, logístico y organizativo que requiere la misma en sus principios. Estas iniciativas proponen un conjunto de servicios y medidas de apoyo que corresponden más exactamente a las necesidades de los nuevos empresarios..." (10).

La ventaja financiera en el ámbito de I+D inherente a estas actuaciones puede resumirse en; "reducción del coste de hacer I+D". En su mínimo nivel, podemos afirmar que esto es cierto porque los parques tecnológico y viveros de empresas proporcionan:

C.1) Arrendamientos por debajo del mercado, de mayor duración y con opción a compra.

C.2) Servicios telemáticos y de comunicaciones compartidos.

C.3) Paquete de incentivos fiscales al objeto de alcanzar un número crítico de empresas para producir sinergias.

C.4) Uso gratuito de infraestructuras comunes (desde aparcamientos, hasta traídas de aguas, pasando por salas de teleconferencias)

C.5) Programas de formación profesional.

C.6) Acceso privilegiado a investigaciones y apoyo de las universidades del entorno.

Aunque se pueden añadir más causas, desde la perspectiva de la financiación de I+D, nos interesa indicar como además los parques y viveros se han convertido en auténticos centros canalizadores de información y ayudas financieras internacionales dedicadas a I+D.

1.3.- Financiación "encubierta" del Sector Público.

Hemos empleado el término "encubierta", para referirnos a las actividades de I+D realizadas directamente por el Sector Público y que son cedidas para su explotación por el sector privado. La diferencia con otras actuaciones estudiadas, es que en este caso, el Sector Público es quien recibe la financiación como agente promotor de I+D. Una vez obtenido un resultado comercialmente viable, se transfiere al sector privado en ventajosas condiciones económicas. Los instrumentos más representativos de estas actuaciones son:

A) Centros de transferencia de resultados de investigación: Vinculados a Universidades y Centros Oficiales de Investigación, su misión es la difusión y utilización de las patentes que regentan. Esta actividad se beneficia de la existencia de programas de estímulo a la transferencia de resultados de investigación, con lo cual la operación resulta menos onerosa que si la asignación se realizase por el mercado. En contraprestación, el Organismo Público investigador, recibe unos fondos externos que reducen su

dependencia de los presupuestos. Los beneficios derivados del empleo de la patente, son divididos entre el investigador, el departamento y el organismo con lo cual se recompensa la labor de todos los participantes.

B) Contratos de investigación: En esta modalidad, la Universidad o Centro Investigador Oficial, trabaja por encargo de algún agente económico público o privado para desarrollar un determinado plan de I+D. Las ventajas financieras son recíprocas: (11)

"La ventaja obvia para las universidades de los contratos de investigación, es que estos les proporciona apoyo financiero para las actividades académicas haciéndolas menos dependientes de fondos públicos, mientras que para los patrocinadores privados, complementan el trabajo de sus laboratorios de I+D a un precio razonable a la vez que retienen el control de la dirección de la investigación y la totalidad o un porcentaje de los resultados".

Los objetivos financieros de estas actuaciones son secundarios y se supeditan a que "estos matrimonios de conveniencia tienen muchos otros beneficios: permiten a las universidades salir de sus "torres de marfil", enriquecen las enseñanzas de los alumnos, y les permite estar pendientes de los problemas tecnológicos de la industria. Finalmente, posibilita al personal de I+D estar en contacto con nuevas ideas y nuevos campo de investigación" (12).

1.4.- Valoración de la financiación pública de proyectos-programas de I+D.

Conocidas las tres líneas maestras de la actividad pública en la financiación de actividades de I+D, surge la pregunta acerca de su efectividad. El hecho de plantearse esta cuestión, suscita otros interrogantes como son los diferentes enfoques desde donde plantearse el análisis, lograr la uniformidad de medidas tan

heterogéneas entre sí, etc. que dificultan el emitir un juicio objetivo. A pesar de todo esto, creemos interesante exponer las conclusiones de algún estudio referido a la efectividad de determinadas medidas fiscales en los Estados Unidos. Sobre las deducciones en concreto, se establece que: (13)

"Como la teoría predecía y los resultados empíricos generalmente confirmaron, las deducciones fiscales en I+D fueron efectivas para estimular el volumen de fondos dedicados a ella solamente en determinados tipos de empresas. Las compañías que incrementaron su I+D fueron aquellas con alto nivel de crecimiento, con obligaciones fiscales presentes y algunas excepciones fueron empresas con tasas normales de crecimiento pero con las mismas obligaciones fiscales. El resto, no mostraron incremento en sus gastos en I+D y en algunos casos (empresas con bajo nivel de crecimiento) continuó reduciéndose su I+D real después de la medida fiscal".

De inmediato podemos cuestionarnos ¿hasta qué punto es extrapolable esta conclusión?

Ciertamente, es difícil de precisar. Pero nos introduce una idea a tener en cuenta: La necesidad de diferenciar por empresas y sectores como repetidamente hemos señalado (14). En principio, se puede presuponer que la actividad financiadora pública será beligerante con las empresas pequeñas en sectores económicos tradicionales o en reconversión, resultado este, contrario al pretendido inicialmente en la mayoría de actuaciones públicas.

También subyace la necesidad de atender a las obligaciones fiscales presentes y futuras de los beneficiarios de estas actuaciones públicas, como móvil y fuente de análisis de su efectividad.

No obstante, y con la intención de ofrecer una más amplia gama de opiniones al respecto, podemos citar como Fernández Sánchez y Fernández Casariego (15) denuncia la ineficacia de la política

pública incentivadora de actividades de I+D a través de la concesión de facilidades a la financiación de la misma.

2.-FINANCIACION ESPECIALIZADA DEL MERCADO EXTERNO DE CAPITALES.

Las situaciones en las cuales las empresas no pueden disponer del suficiente caudal de fondos propios para financiar sus proyectos-programas de I+D, son la norma no la excepción. En este estado, se encuentra un colectivo de empresas muy amplio pero en especial pequeñas empresas innovadoras de reciente creación.

Para ellas, el mercado externo de capitales, ofrece alguna fórmula especializada para la satisfacción de sus necesidades financieras basadas en dos principios; vigencia no exclusiva para actividades de I+D, y exigiendo una mayor remuneración (coste para el promotor) por soportar un riesgo mayor.

Entre otros, podemos destacar las dos siguientes:

2.1.- Capital Riesgo.

Su empleo como fuente de financiación, va más allá de las empresas con función de I+D, ocupándose de las PYMES en general. Pero en el curso de las dos últimas décadas, el capital riesgo ha financiado diferentes industrias como la informática (software y hardware), semiconductores y la biotecnología con lo cual podemos hacernos una primera idea del importante papel en la provisión de fondos para proyectos y programas innovadores. Incluso, ha personalizado parte de su oferta hacia este campo mediante los "inventions brokers" (intermediarios de innovaciones) (16) pese a no ser la fórmula más usual.

Profundizar en el Capital Riego requiere prestar atención a los siguientes puntos relevantes: (17)

2.1.1.- Concepto de Capital Riesgo: En su idea más básica,

la definición es:

"El Capital Riesgo representa una modalidad financiera en la que se producen dos secuencias interrelacionadas: un inversor (capitalista) adquiere una participación del capital social de una PYME (la empresa suele ser de tal dimensión por las propias características del Capital Riesgo), esperando obtener una plusvalía cuando la PYME desarrolle con éxito su actividad. Por otro lado, el empresario recibe una inyección de "fondos propios" con los que intenta resolver la falta de los mismos, bien estando ya en marcha o con el fin de realizarse las aportaciones iniciales de capital e iniciar la actividad".

El objetivo ideal de empresa, aunque no es exclusivo, sobre el que gravita el Capital Riesgo es el de "aquellas empresas modernas necesitada de largos procesos de I+D y de marketing para desarrollar con éxito sus nuevos productos" (18). "Para afrontar plenamente este riesgo y controlarlo, el capitalista de riesgo, actúa generalmente como socio en la gestión de estas nuevas sociedades. Está presente en el Consejo de Administración de la pequeña sociedad y no se preocupa solamente de los resultados anuales o de las nuevas inversiones si no que también participa en la gestión" (19).

2.1.2.- Antecedentes e historia del Capital riesgo: "La función del capital de riesgo ha existido siempre en los Estados Unidos donde las grandes fortunas familiares fueron capaces de desarrollar sectores industriales enteros a finales del siglo pasado: el automóvil, el neumático, la electricidad, etc. (...). El Capital Riesgo como institución, nació después de la Segunda Guerra Mundial. En 1.958, el Congreso (estadounidense) decretó el SBIA (Small Business Investment Act), procurando fondos a tipos de interés bajos y ventajas fiscales para ayudar al desarrollo de las PYMES" (20).

"La industria del Capital Riesgo se volvió viable a medio plazo cuando la administración Carter redujo en 1.978 el impuesto sobre las plusvalías del capital del 40% al 26%. Por otra parte, el Capital Riesgo, es una financiación de arranque. No funciona plenamente si no existen otras modalidades financieras que lo sustituyan tras un período bastante corto" (21).

2.1.3.- Modalidades de Capital Riesgo: Atendiendo a criterios temporales y a otros de corte cualitativo, es posible distinguir cinco modalidades de financiación por Capital Riesgo: (22)

A) "Seed Money" o dinero semilla: Sus principales atributos son:

A.1) La empresa está en proceso de creación.

A.2) No existe un producto definido. La financiación otorgada se dirigirá a la definición y diseño del producto.

A.3) Como consecuencia de lo anterior, el riesgo es muy elevado, estimándose aproximadamente un 70% el porcentaje de proyectos que se abandonan.

A.4) Los volúmenes de inversión requeridos suelen ser reducidos en relación con los necesarios en las siguientes fases. Como contrapartida al elevadísimo riesgo, el inversor de Capital Riesgo recibe un importante paquete accionarial.

B) "Startup Financing" o financiación del capital inicial: En esta segunda fase, se cuenta con un producto definido y se precisa reunir un capital inicial que permita la puesta en marcha de la empresa, el comienzo de la producción y la introducción del

producto en el mercado.

C) "Growth Financing" o Financiación del crecimiento: Una vez que la empresa ha introducido el producto en el mercado se precisan recursos adicionales para la expansión de la producción y de las ventas ya que la generación interna de recursos no posibilita por sí sola, un crecimiento lo suficientemente rápido como para lograr la penetración en el mercado en el grado previsto.

D) "Establishment Finance" o financiación de consolidación: Una vez alcanzados los objetivos de crecimiento fijados en el plan de negocio original, se precisan más recursos para asegurar el asentamiento definitivo de la empresa, el acceso a nuevos mercados interiores o exteriores, o el aumento de la gama de productos que se ofrece. En esta fase, el riesgo se ha reducido considerablemente y existe una historia pasada para realizar la evolución de la empresa. Según la revista "Business Week", el porcentaje de fracasos en esta fase se sitúa en torno al 20%

E) Otras operaciones en las cuales participa el Capital Riesgo: A modo de catalogo general, pasamos a enunciar aquellas situaciones en las que es posible encontrar financiación por Capital Riesgo aunque no en su formalización más genérica: (23)

E.1) Compra de una empresa o división por sus directivos o terceras personas.

E.2) La adquisición de empresas en dificultades o en decadencia para aplicar un nuevo enfoque empresarial.

E.3) "Joint Ventures" (24).

E.4) Compra de negocios familiares.

2.1.4.- Esquema de una operación típica de Capital Riesgo: Pese a ser más complicado en la realidad, podemos estructurarlo en las siguientes fases: (25)

A) Primera fase: Contactos previos. Permite valorar la idoneidad y compatibilidades para las dos partes de la financiación por Capital Riesgo. Termina con la elaboración por los promotores de un plan de negocio.

B) Segunda fase: Estudio del proyecto de inversión. Consiste en el estudio del proyecto presentado en el plan de negocios y la profundización de aspectos concretos. Finalizará con una decisión de inversión o no. Si la respuesta es afirmativa, además se presentará una propuesta con la estructuración de la inversión, número de acciones a percibir por la sociedad o fondo de Capital Riesgo (SFCR desde ahora) etc.

C) Tercera fase: Seguimiento y asesoramiento. Mientras dura la participación, la SFCR seguirá activamente la evolución del negocio, prestando su colaboración en determinadas materias e inclusive suministrará nuevos fondos de ser necesario.

D) Cuarta fase: Desinversión o salida. dado su carácter de inversión temporal a medio - largo plazo, la SFCR debe planificar su "salida" entendida como venta de su participación. En ese momento, el problema surge a la hora de establecer el justiprecio de esas acciones. En evitación de probables errores de interpretación, este valor queda establecido en multitud de ocasiones en la segunda fase. Las formas más habituales son:

D.1) La solución ideal (no siempre posible) es la oferta pública de las acciones (Initial Public Offering; I.P.O. en inglés) en un mercado bursátil o en uno O.T.C. (Over The Counter). Con posterioridad, las acciones cotizarían en ese mercado. Esta forma de desinversión es dificultosa porque exige la creación de esta clase de mercados especializados con un adecuado nivel de contratación como garantía de liquidez de las acciones y por extensión de la financiación por Capital Riesgo.

D.2) Recompra de la participación por el equipo directivo o promotores del negocio.

D.3) Entrada en el capital de un tercero seleccionado por la SFCR. En la gran mayoría de las veces, el tercero en cuestión será una empresa grande del sector interesada en posibles sinergias con la participada.

2.2.- Inversores "ANGEL". (26)

Nos encontramos ante la forma más espontánea y desinstitucionalizada de financiación de proyectos y programas de I+D. Como en el caso precedente, no es exclusiva de proyectos de innovación siendo necesario para su estudio y valoración de su potencial, atender los siguientes aspectos:

2.2.1.- Concepto de "angel": Este término nació originalmente en Broadway para designar a los individuos colaboradores en la financiación de las obras teatrales y musicales. En la actualidad, esta denominación se ha incorporado a la terminología financiera americana para designar a inversores particulares quienes están potencialmente dispuestos a respaldar financieramente a empresas emergentes y/o en expansión.

El perfil individual de estos inversores se determina por:

A) Son poseedores de un sustancial patrimonio propio y/o un elevado ingreso bruto anual.

B) Elevado grado de experiencia gerencial o financiera y, consecuentemente, son capaces de evaluar por sí mismos propuestas de inversión.

C) Buscan rentabilidades superiores a las ofertadas por el mercado aunque para ello tengan que asumir riesgos elevados.

D) Dentro de las motivaciones de su inversión, existe un importante componente psicológico, sentido de la responsabilidad social, compartir su conocimiento y experiencias, etc.

E) Contribuyen a la inversión con sus servicios profesionales o través de la figura del asesor externo o consejero.

F) Exigen y poseen un elevado concepto ético para los negocios y valoran la integridad personal.

El objetivo del colectivo de "ángeles", son aquellas PYMES a las cuales se le ha cerrado o previsiblemente se cerrará otras fuentes de financiación. Y dada la aspiración de obtener una remuneración de sus ahorros superior a la del mercado, un gran porcentaje de estas PYMES serán empresas innovadoras con proyectos y programas de I+D en marcha.

2.2.2.- Antecedentes e historia de los inversores "angel": Conocido sus orígenes, la nota más significativa en la evolución de esta forma de financiación es su creciente sofisticación y su agregación, de tal suerte, que las diferentes etapas por las cuales ha pasado este concepto,

coexisten. En orden cronológico esta transformación, ha pasado por:

A) Primera etapa: "Business Angel": Su rasgo fundamental es el empleo de baremos de amistad o afectividad para evaluar las posibles inversiones, no buscando tanto la rentabilidad como "hacer un favor". Todo el proceso de negociación se asienta en la buena fe de las partes y por tanto es oral.

B) Segunda etapa: "Angel Money": Representa una especie de colocación "semipública" de títulos entre un público objetivo seleccionado o muy concreto. Suelen ser grupos humanos como los directivos de otras empresas del sector, hombres de negocios de la zona, etc. Se incrementa con respecto a la etapa previa, la complejidad del proyecto, el importe solicitado y el número de inversores, apareciendo criterios financieros para seleccionar la conveniencia o no de la inversión.

C) Tercera etapa: "Angel Market": Comprende la formalización mediante redes de bases de datos (INTERNET, por ejemplo) de la oferta y demanda de fondos. Aparecen nuevos agentes económicos como pueden ser Universidades y organizaciones empresariales, funcionando el sistema mediante la introducción en las redes de los planes de negocio necesitados de fondos y a partir de entonces los inversores "angel", pueden consultarlos.

2.3.- Complementariedad entre las dos formas de financiación especializada de proyectos - programas de I+D del mercado externo de capitales.

La cohesión y paralelismo entre el Capital Riesgo y los inversores "angel", no viene exclusivamente de ser formas de

financiación aplicables a un gran número de actividades. Los puntos de conexión entre ambas, han sido establecidos por la Universidad de New Hampshire (27).

En primer lugar, esta complementariedad se refiere en el tamaño de la participaciones y/o en las cuantías de los fondos otorgados. como consecuencia de la creciente magnitud de las SFCR, les obliga a centrarse en un número limitado de participaciones grandes para cubrir sus altos costes de estructura y especializa a los inversores "angel" en las financiaciones de pequeña cuantía.

Un segundo apunte de complementariedad, es la categoría de empresa que recibe la financiación. De este modo, empresas buscadoras de capital inicial para su funcionamiento y expansión (acuerdos "Seed" o "Startup", en terminología propia del Capital Riesgo), puede acceder a los inversores "angel". Por el contrario, aquellas compañías en una etapa posterior y con necesidades de financiar nuevos procesos de producción y comercialización se dirigen mayoritariamente hacia las SFCR.

3.- FINANCIACION TRADICIONAL DEL MERCADO EXTERNO DE CAPITALES.

Debido a lo limitado de la oferta de fondos del mercado externo de capitales, las empresas con actividades de I+D acuden al mercado externo arbitrando fórmulas para salvar los inconvenientes que se encuentran. Dentro de estas fórmulas, la más recurrida es la denominada "financiación fuera de balance".

Con esta denominación, nos referimos a estrategias financieras tendentes a aislar mediante sociedades instrumentales e intermedias operaciones de inversión y financiación de proyectos-programas de I+D que de otra forma aparecerían reflejadas en la estructura de balance de la sociedad promotora. Esta, sustituye activos dedicados a I+D (materiales e inmateriales) y pasivos financiadores de aquellos (fondos propios y ajenos), por una

participación en la sociedad instrumental.

Las características de esta sociedad son:

A) Objeto social limitado a la mera tenencia de bienes y al desarrollo de uno o varios proyectos-programas de I+D.

B) Responsabilidad plena en la gestión del proyecto-programa de I+D y el riesgo de fracaso del mismo.

C) La estrategia comercial, financiera, productiva, etc. serán atribuciones de la sociedad promotora quien podrá compartir la composición del Consejo de Administración con aquellos financiadores externos participantes.

D) Podrá tener una vida ilimitada, pero su propia naturaleza conlleva una probabilidad alta para ser absorbida por la matriz una vez concluida o abandonada la actividad para la cual fue constituida.

Para poner en práctica esta forma de financiación, los proyectos-programas de I+D deben cumplir una única condición "sine qua non" a saber: (28)

"La exigencia básica de cualquier financiación de proyectos (fuera de balance) es que el proyecto pueda ser aislado físicamente de la matriz y que ofrezca al prestamista una seguridad real."

Antes de decidir acudir a esta fórmula, la empresa debe valorar sus ventajas e inconvenientes. En los cuadros nº 10.1 y 10.2, aparecen resumidos estos datos.

Identificadas las virtudes y defectos pertinentes, la financiación fuera de balance debe instrumentalizarse en una de las dos modalidades siguientes:

3.1.- Financiación fuera de balance formulada con endeudamiento.

Es la tradicional. En ella, la sociedad instrumental se endeuda directamente con intermediarios financieros o mediante una emisión especial de obligaciones. De acuerdo con Brealey y Myers (29) los participantes en la financiación, aceptan a colaborar en el proyecto asumiendo ciertos riesgos extras como es que la explotación comercial del resultado de la investigación no genere los suficientes fondos para devolverles el principal.

Cuadro nº 10.1.- Ventajas de la financiación de proyectos- programas de I+D fuera de balance.
1.- Por ser financiación fuera de balance aísla la cotización de las acciones de la empresa matriz siempre y cuando el "grado de ineficiencia del mercado no permita a los obligacionistas y accionistas reconocer estas obligaciones financieras ocultas" (30).
2.- Por ser actividad de I+D "ajena", permite a la empresa matriz liberarse del riesgo de fracaso trasladándolo a la sociedad instrumental. Así podemos afirmar que en cierto sentido supone "contratar una operación de seguro."
3.- La contrapartida del punto anterior es clara. La empresa matriz se beneficia de los éxito alcanzados por la instrumental.
4.- En algunas modalidades, se pacta un pago en especie (en forma de licencias de explotación) a los accionistas y obligacionistas con lo cual la devolución de la financiación no supone una salida real de tesorería.
5.- Cuando se presenta una oportunidad de I+D no prevista, las sociedades instrumentales se convierten en un gran sustituto de la autofinanciación para abordar el proyecto-programa de I+D.

Será el clausulado particular, el determinante del grado de traspaso del riesgo de una parte a otra.

Otros puntos de atención de estas obligaciones contractuales recíprocas son:

A) Posibilidad de establecer un "pago en especie" frente la modalidad clásica de préstamos directo.

B) Exigencia de garantías adicionales a la empresa matriz como pueden ser compromisos de recompra de activos, fecha de finalización cerrada e inalterable, mantenimiento de unos niveles de costes, etc.

Cuadro nº10.2.- Inconvenientes de la financiación de proyectos-programas de I+D fuera de balance.

1.- Requiere una especialización alta en mercados financieros, de los agentes participantes, etc.

2.- Exige un volumen mínimo elevado de fondos solicitados para asegurar su viabilidad. De otra forma, resulta muy cara por la necesidad de pagar comisiones y asesoramiento externo.

3.- Su utilidad es puntual y ocasional dependiendo de las características propias del proyecto-programa de I+D y la posibilidad de ser "vendidos" a terceros.

4.- Puede requerir vincular a la operación garantías reales adicionales para la seguridad de los inversores.

5.- Los resultados del éxito es compartido.

6.- El empleo queda limitado a ciertos sectores con regímenes de propiedad muy fuertes y con expectativas de desarrollo muy amplias.

7.- Está vedada para las empresas carentes de una fuerte tradición investigadora avalada por una serie de productos con éxito. Es posible salvar esta situación mediante asociaciones con "socios tecnológicos" de reconocido prestigio.

"Independientemente del acuerdo concreto, es importante en cualquier financiación (fuera de balance) de un proyecto que los pagos del préstamo tengan una relación tan estrecha como sea posible con la capacidad del proyecto para generar beneficios" (31). Con ello, se pretende evitar el sobre coste adicional que supone la "prima de riesgo" que exige el mercado externo de capitales.

3.2.- Financiación fuera de balance formulada con acciones.

Pese a su reducida utilización, supone una instrumentalización con grandes posibilidades futuras (32). En esencia consiste en

crear una sociedad instrumental (conocida como "SWORD" en la terminología americana) especializada en desarrollar aquellos proyectos y programas de I+D más arriesgados en sectores de alto potencial de crecimiento (particularmente en biotecnología). Posteriormente, el capital de esta sociedad instrumental es ofrecido al mercado de capitales por medio de una salida a Bolsa a través de una oferta pública de venta de acciones (I.P.O. en terminología americana). Para hacer la inversión más atractiva y asegurar el éxito de la colocación, se suele ofrecer un paquete de incentivos a los inversores parecidos a los apuntados en el punto anterior y adicionalmente se otorga un derecho futuro de compra de acciones de la empresa matriz con importantes descuentos.

Estos "Sword Agreements" ("acuerdos espada"), se diferencian de un modelo tradicional de colocación de títulos en el mercado por los motivos siguientes:

A) El inversor final conoce y asume el arriesgado objeto social de la empresa instrumental.

B) La compensación extra citada, pretende compensar los riesgos extraordinarios a que se ven sometidos los inversores.

C) El inversor conoce que compra acciones en una empresa de probable vida limitada por tanto presume que en el medio plazo sus títulos podrán ser amortizados o permutados por otros de la empresa matriz.

4.- FINANCIACION ALTRUISTA.

La presencia de instituciones privadas sin fines de lucro como agente participante del mercado externo de capitales para proyectos-programas de I+D abre la posibilidad de captar fondos con este origen y generalmente sin coste financiero explícito alguno. Los móviles de este agente económico, no difieren

sustancialmente de los argumentados para el Sector Público (33); propiciar la actividad investigadora en determinadas areas buscando el bienestar de la sociedad.

A nivel cuantitativo, se puede calificar a esta fuente de financiación como de importancia relativa pero creciente. Pero, como se concentra mucho en sectores como la medicina, medio ambiente, farmacia, seguridad del consumidor, etc. y en especial hacia lo que hemos denominado "activos intangibles" (formación de personal, etc.), su trascendencia es fundamental en los dos campos expuestos. Otro ámbito importante de actuación es la difusión de resultados científicos mediante congresos, etc.

La actividad financiadora de las instituciones privadas sin fines de lucro, está condicionada por el objeto para el cual fueron constituidas. La instrumentación de estos "fondos gratuitos", se realiza por dos medios; concesión directa o mediante concurso. En esta última modalidad, incluimos los otorgamientos competitivos de fondos hechos en función de los méritos de los participantes (financiación previa) y los premios de investigación (financiación posterior). Si bien hasta ahora, los concursos de méritos han superado a los premios, se observa una tendencia equilibradora de ambos procedimientos. En este sentido se ofrece en el cuadro nº10.3 un ejemplo que permite adivinar la evolución futura de esta fuente de financiación.

5.- FINANCIACION POR PARTE DE LOS PROPIETARIOS DE LOS RECURSOS COMPLEMENTARIOS.

La segunda fase de cada proyecto-programa de I+D presenta peculiaridades propias en su financiación. Ya en el capítulo 7, punto 4.2, se citó la posibilidad real de "autofinanciación" de la segunda fase. Ahora nos ocuparemos de la financiación compartida con los propietarios de los recursos complementarios (34).

En su concepción más típica, los intereses comunes de los

promotores de proyectos-programas de I+D y los propietarios de los recursos complementarios propician la consecución de acuerdos mutuos. En ellos, se plasma la concesión de cierta exclusividad en el uso de los recursos complementarios a los propietarios de estos, a cambio de financiación, bien en especie o en dinero, a los promotores.

Para ilustrar este tipo de actuaciones financiadoras, proponemos el caso de los constructores de prototipos de Fórmula 1. Actividad considerada "... como una muestra de la actividad de I+D del sector del automóvil. Por ejemplo, HONDA ha utilizado las carreras de Fórmula 1 para probar y poner a punto conceptos mecánicos que proporcionen una alta potencia con un mínimo peso y espacio" (35). Gran parte de esta actividad es financiada por los propietarios de los recursos complementarios (36) mediante el suministro gratuito de neumáticos, sistemas de inyección, combustibles, siempre de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Como contraprestación directa, los propietarios de los recursos complementarios emplean gratuitamente los espacios publicitarios del coche. Indirectamente, se podrá beneficiar de las mejoras que para su producto o servicio pudieran surgir de su relación con el promotor del proyecto-programa de I+D.

Pero por sí sola, la coincidencia de intereses entre ambas partes, no es suficiente para alcanzar un acuerdo como el descrito. La condición a añadir es; la existencia de cierta capacidad ociosa en los recursos complementarios para su empleo por la empresa gestora del proyecto-programa de I+D.

La idea subyacente en este planteamiento, es hacer partícipes a los propietarios de los recursos complementarios de los riesgos del proceso de innovación de forma proporcional a los beneficios que obtendrán si se comercializan los resultados del proyecto-programa de I+D (37).

Cuadro n°10.3.- Ejemplo de financiación altruista de proyectos-programas de I+D mediante premio a la innovación.

En 1.989 una coalición de agencias gubernamentales de protección al medio ambiente y empresas suministradoras de energía norteamericana exploraban nuevos medios de reducir el consumo de energía para proteger el ecosistema. Esta vez, la clásica promulgación de leyes, fue sustituida por la convocatoria de un concurso.

Previamente, habían detectado que el 20% del consumo eléctrico de una vivienda particular provenía del uso de las neveras. Además, se daba la circunstancia que los fabricantes del ramo estaban a punto de modernizar sus líneas de producto. Hasta ese momento, los ahorros energéticos de los refrigeradores se lograban mediante el uso de clorofluorcarbonatos (CFCs) altamente contaminantes.

Con el objetivo de eliminar el empleo de CFCs y lograr una reducción del 25% en los consumos medios de electricidad, en 1.993, se creó y convocó el "programa del refrigerador supereficiente" dotado con un premio de 3.000 millones de dólares financiados por un "pool" de 24 compañías del sector eléctrico.

El ganador, debe demostrar un ahorro de energía cifrado en kilovatios/hora entre Enero del 94 y Julio del 97. El premio se entrega progresivamente a razón de 100 dólares por aparato vendido, cantidad que permitirá mantener el precio de venta al público en línea con los ofertados por la competencia.

FUENTE: "Business Week". "The Great Refrigerator Race". 15 de Julio de 1.993. N°: 3326.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 10:

(1).-El contenido de esta primera pregunta, corresponde a:

GUITIAN FERNANDEZ DE CORDOBA, Rafael. "Lineas rectoras de la financiación pública de actividades privadas de innovación tecnológica." Actualidad Financiera. N°: 39. 23 - 29 Octubre 1.995. pp: F-1513 - F-1523.

Por el lado de la inversión, la presencia pública en las actividades de I+D es justificada y analizada en el capítulo 3, pregunta 6.

(2).-ARANZADI, Claudio. "Investigación y desarrollo, factor decisivo para la competitividad". Dirección y Progreso. Noviembre - Diciembre 1.991. N°: 120. p: 8.

(3).-Ver capítulo 3, punto 6.5.

(4).-ARANZADI, Claudio. Ob.Cit. p: 9.

(5).-Conviene no olvidar el "círculo vicioso" descrito en el capítulo 9, punto 3.4.

(6).-Ver capítulo 3, pregunta 2.

(7).-MARTINEZ SERRANO, J.A. y otros. "Economía española: 1.960 - 1.980." H.Blume Ediciones. Madrid 1.982. p: 175.

(8).-PORTER, Michael E. y otros. "Toward a Shared Economic Vision for Massachusetts". Office of Secretary of State. Massachusetts. Diciembre 1.992. p: 6.

(9).-MORCILLO, Patricio. "La gestión de I+D". Ediciones Pirámide. Madrid 1.989. p: 171.

(10).-MORCILLO, Patricio. Ob.Cit. p: 172.

(11).-ELION, S. "European Community Policy for Innovation." Omega International Journal of Management Science. Vol: 18. p: 385.

(12).-ELION, S. Ob.Cit. p: 385.

(13).-SWENSON, C.W. "Some tests of incentive effects of the research and experimentation tax credit." Journal of Public Economics. Noviembre 1.992. Vol: 49. N°: 2. p: 216.

(14).-Ver capítulo 3, pregunta 2.

(15).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. "Manual de dirección estratégica de la tecnología." Ariel. Barcelona 1.988. p: 135.

(16).-MARTÍ PELLON, José. "El capital riesgo ("venture capital"):

Un análisis conceptual y formal aplicado a España y los principales países industrializados." Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 1.986. p: 83.

Para conocer la importancia cuantitativa en nuestro país, acudir a:

MARTI PELLON, José. "El capital riesgo en España: 1.988". Asociación Española de Empresas de Capital Riesgo. Madrid 1.989.

MARTI PELLON, José. "El capital riesgo en España: 1.989". Asociación Española de Empresas de Capital Riesgo. Madrid 1.990.

MARTI PELLON, José. "El capital riesgo en España: 1.990". Asociación Española de Empresas de Capital Riesgo. Madrid 1.991.

MARTI PELLON, José. "El capital riesgo en España". IMPI: Colección Estudios Gestión. Madrid 1.992.

MARTI PELLON, José. "El capital riesgo en España: 1.993". IMPI (Informes IMPI: Gestión). Madrid 1.989.

MARTI PELLON, José. "El capital riesgo en España, 1.994-1.995". IMPI, D.L (Estudios e Informes sobre la PYME). Madrid 1.995.

(17).-SOTELO NAVALPOTRO, Justo. "Análisis del Capital-Riesgo (Venture Capital) como una solución ante la crisis económica de España." Situación. Servicio de Estudios del Banco de Bilbao. N°: 1.987/4. p: 8.

(18).-SOTELO NAVALPOTRO, Justo. Ob.Cit. p: 11.

(19).-COMPAIN, Gerald. "Las reglas de la gestión de la innovación tecnológica."

Publicado en:

ESCORSA, Pere. "La gestión de la empresa de alta tecnología." Ariel. Barcelona 1.990. p: 107.

(20).-COMPAIN, Gerald. Ob.Cit. p: 106.

(21).-COMPAIN, Gerald. Ob.Cit. p: 107.

(22).-MARTÍ PELLON, José. Ob.Cit. (1.986) pp: 93 - 106.

(23).-MARTÍ PELLON, José. Ob.Cit. (1.986) pp: 106 - 111.

(24).-Esta forma de asociación empresarial, se discute en el capítulo 12, punto 3.1.

(25).-MARTÍ PELLON, José. Ob.Cit. (1.986) Capítulo tercero.

(26).-GUITIAN FERNANDEZ DE CORDOBA, Rafael. "Financiación de PYMES: El proceso de creación de los "Angel Markets" en Estados Unidos." Actualidad Financiera. 29 de Noviembre - 5 de Diciembre

de 1.993. N°: 44. pp: I-991 - I-996.

(27).-WETZEL, William. "Angel Money." Whole Earth Review. Otoño 1.990. N°: 68. pp: 78 - 79.

(28).-BREALEY, Richard y MYERS, Stewart. "Fundamentos de financiación empresarial." Mc Graw - Hill. Madrid 1.988. p: 563.

(29).-BREALEY, Richard y MYERS, Stewart. Ob.Cit. p: 562.

(30).-BREALEY, Richard y MYERS, Stewart. Ob.Cit. p: 565.

(31).-BREALEY, Richard y MYERS, Stewart. Ob.Cit. p: 564.

(32).-WEISS, Stuart. "Beating Swords into Stock Shares". CFO: The Magazine for Chief Financial Officers. Agosto 1.990. Vol: 6. N°: 8. pp: 45 - 46.

(33).-Ver capítulo 3, pregunta 6.

(34).-Ver capítulo 6, punto 8.3.

(35).-WHEELWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. "Revolutionizing Product Development." The Free Press. Nueva York 1.992. p: 54.

(36).-NEWMAN, Nick. "Grand Prix True Grit." Management Today. Octubre 1.986. pp: 58 - 59.

(37).-TEECE, David J. "Innovación tecnológica y éxito empresarial".

Publicado en:

ESCORSA, Pere. Ob.Cit. p: 107.

CAPITULO 11: Mercado interno de capitales: Elección entre gestión interna o externa de un proyectos y programas de I+D.

1.- DECISIONES DEL MERCADO INTERNO DE CAPITALES PARA I+D.

Se comienza a postular desde tribunas muy diversas, la necesidad de establecer los principios propios de lo que podríamos denominar "ciencia de la gestión de I+D". Esta línea del pensamiento, se fundamenta en que el fenómeno de "industrialización de la ciencia", requiere "plantear acciones no solamente en el campo de la investigación científica y tecnológica como fuente de nuevos conocimientos y tecnologías, sino también, acciones para comprender y gestionar los mecanismos que afectan a la difusión de estos conocimientos, a la transferencia de las tecnologías y su incorporación y utilización en el sistema productivo y en la sociedad" (1).

Estos antecedentes han permitido concluir con que; "la revalorización de los mecanismos asociados a la utilización de la ciencia y a la incorporación de las tecnologías ha creado una nueva ciencia o, si se prefiere, una nueva tecnología: la gestión de la investigación y desarrollo" (2).

Desde una óptica financiera, la competencia de lo que hemos venido a denominar "ciencia de la gestión de I+D", es únicamente del mercado interno de capitales tal y como fue detallado en el capítulo 8.

A diferencia del mercado externo de capitales, el interno, mantienen para las inversiones en I+D, los mismos agentes, fondos y variables que el modelo general (3). La única particularidad, y por tanto la forma lógica de estudiar como realiza su función en el marco de I+D, es la decisión de la forma de gestión de cada

proyecto-programa de I+D.

Por ello, el marco decisorio del mercado interno de capitales se configura por la adecuación de los objetivos y de las características y categoría de los proyectos-programas de I+D, a una fórmula de financiación (externa o interna) y de gestión acordes con una asignación óptima de los recursos y el equilibrio de una cartera de I+D.

Con este punto de partida, analizaremos los métodos de gestión de proyectos y programas de I+D como medio para conocer el mercado interno de capitales y para identificar las fórmulas de financiación que ofrece.

2.- GESTION DE I+D INTERNA Y EXTERNA: CONCEPTOS.

Al objeto de normalizar internacionalmente las estadísticas referidas a I+D, se han agrupado los gastos de estas actividades en dos grandes apartados: (4)

A) Gastos "intramuros": Aquellos realizados dentro de la unidad o centro investigador.

B) Gastos "extramuros": Aquellos ejecutados en el exterior de la unidad o centro investigador.

Reconociendo a esta clasificación una utilidad más amplia, podemos emplearla como base de la ordenación de las dos grandes modalidades de gestión de un proyecto-programa de I+D:

A) Gestión interna: Es la realizada en su totalidad, y de forma independiente, con los recursos (de todo tipo) propios del promotor del proyecto-programa de I+D.

B) Gestión externa: Son fórmulas de colaboración y asociación entre promotores, financiadores, y otros participantes. A su vez, pueden ser plenas o parciales,

destinadas a lograr una innovación nueva o para desarrollar plenamente una conocida.

Estas dos categorías no son mutuamente excluyentes debido a la extrema complejidad que entraña la ejecución de un proyecto-programa de I+D: (5)

"Cada escenario en un proceso de innovación puede ser llevado a cabo interna o externamente, o a través de alguna combinación de actividades internas o alianzas externas."

En resumen, el mercado interno de capitales, deberá seleccionar para cada proyecto-programa de I+D (e incluso para cada una de sus etapas), uno de estos dos marcos de gestión o una combinación de ellos. Claro está, que esta decisión es imposible que se realice en un ambiente de plena autonomía. Existen importantes restricciones a saber:

- A) Condicionantes globales externos.
- B) Condicionantes propios de la innovación.
- C) Condicionantes propios de la empresa promotora.
- D) Condicionantes de terceros implicados.

A continuación nos ocupamos de cada uno de ellos.

3.- GESTION DE I+D INTERNA Y EXTERNA: CONDICIONANTES GLOBALES.

Están referidos a las situaciones impuestas de forma ajena y externa al proyecto-programa de I+D, y al propio promotor. Hemos identificado dos:

3.1.- Situación actual y evolución futura del mercado.

Prestando atención a aquellos retos competitivos característicos de los mercados actuales, como son: "reducciones de los ciclo de vida de los productos, rápidas reducciones de precios de venta, exorbitantes objetivos de reducción de costes, estrechamientos de márgenes de beneficios,..." (6).

Esta cita, nos sitúa en el contexto actual de las empresas, las cuales se ven obligadas a maximizar los retornos de sus inversiones en I+D en un tiempo cada vez menor (7), y por ello acuden en ocasiones a fórmulas de colaboración externas para reducir costes (en especial en sectores como el automóvil, el aeroespacial, etc.)

3.2.- "Umbral mínimo de I+D". (8).

Con esta denominación nos hemos referido anteriormente a la necesidad de poseer o de adquirir por uno mismo o en colaboración con otros, una masa crítica de recursos de I+D. Además, añadimos, que pese a variar por sectores y tamaño de las empresas, por debajo de ese "umbral", es imposible realizar un proyecto-programa de I+D con garantías de éxito (9).

Esta inquietud, se ha difundido por el pensamiento económico: (10)

"Cuarenta años atrás, John Kenneth Galbraith reclamaba que la era de la invención barata había finalizado y que el desarrollo era costoso, y esto implicaba que sólo podría ser llevado a cabo por una empresa con recursos adecuados asociados a un tamaño considerable."

4.- GESTION DE I+D INTERNA Y EXTERNA: CONDICIONANTES PROPIOS DE LA INNOVACION.

Responden a la interrelación existente entre las características de cada modelo de gestión y la de los proyectos-programas de I+D. A modo de síntesis, recogemos aspectos diversos de la naturaleza

de los proyectos-programas de I+D (ya tratados en los capítulos 4, 5, y 6), y su vinculación con la gestión interna y externa. Estos aspectos son:

4.1.- Régimen de propiedad.

Una innovación amparada en un régimen de propiedad débil, exige una mayor confidencialidad y un mayor acercamiento al mercado para proteger y responder rápidamente a los cambios de demanda respectivamente (11).

De la afirmación anterior es posible extraer dos importantes conclusiones. La primera está referida a la confidencialidad como medio de protección de la innovación. No cabe duda que en un régimen de propiedad débil, se penaliza la gestión externa de proyectos-programas de I+D porque se incrementa el riesgo de romper el "necesario silencio" frente a terceros e inclusive entre los mismos socios. La segunda conclusión, menciona el acercamiento al mercado como vía de respuesta a la competencia. Al contrario que en el caso anterior, podemos afirmar (aunque con reservas) que esta "proximidad al consumidor" es más eficaz mediante una gestión externa del proyecto-programa de I+D.

Si nos ceñimos a los regímenes de propiedad fuerte, la posición de dominio que obtiene el innovador mediante la concesión de licencias, menor necesidad de recursos complementarios, etc. indica una menor predisposición a la gestión externa para no tener que compartir estos beneficios. Esta situación de partida, es fácilmente reversible, si la capacidad financiera del promotor resulta inferior a las necesidades del proyecto-programa de I+D. Entonces, tendrá que someterse total o parcialmente a algunos de los modelos de gestión externa (12).

4.2.- Fase y etapa del proyecto-programa de I+D.

Como quiera que existe una relación inversamente proporcional entre los riesgos asociados a un proyecto-programa de I+D, el

volumen de inversión acumulado, y el tiempo transcurrido desde su inicio (13), la gestión de I+D debe adaptarse a las sucesivas fases (gestación de la innovación y adaptación comercial) y etapas (evaluación, desarrollo técnico y desarrollo comercial) de toda inversión en I+D.

Una buena planificación de I+D, debe prestar atención al momento exacto de la ejecución del proyecto-programa así como su clase. Con ello, estará en condiciones de dar un trato global (un único modelo de gestión para la totalidad del proyecto-programa de I+D) o diferenciado (reconociendo las peculiaridades propias de cada etapa y eligiendo un modelo de acuerdo a ellas).

Otra posible aproximación a este tema, es la "gestión adaptativa" propuesta por David J. Teece. Esta propuesta, diferencia dos grandes etapas en la competencia de diversas innovaciones por un mismo mercado: (14)

"Se acepta normalmente que la evolución del desarrollo de una determinada rama de la ciencia presenta dos etapas: la etapa preparadigmática, donde no existe un tratamiento conceptual único del fenómeno que sea aceptado por la mayoría, y la etapa paradigmática que empieza cuando la teoría que explica este fenómeno, ha superado los requisitos para su aceptación científica".

Este mismo autor, destaca la necesidad de actuar de forma diferente según nos encontremos en una u otra circunstancia, y especialmente en regímenes de propiedad débiles.

4.3.- Estrategia de recursos complementarios.

Hemos definido en el capítulo 6, punto 8.3.3 las dos políticas posibles de acceso a los recursos complementarios; la integración o la contratación. A partir de ellas, es posible converger con la gestión interna y externa de I+D. Por un lado se asociarían integración y gestión interna, y por otro, contratación y gestión

externa.

Esta identificación será más acusada a medida que la propias características de la innovación tecnológica requiera un volumen mayor de recursos complementarios.

4.4.- Clase, transversabilidad y capacidad de fusión del proyecto-programa de I+D.

Cada proyecto-programa de I+D, encierra una cierta capacidad de transversabilidad o de fusión con otras tecnologías e innovaciones. Conociendo esto, la gestión de I+D suele actuar durante la segunda fase de un proyecto-programa como sigue:

A) Reserva los modelos de gestión interna a ciertas areas del desarrollo de la innovación. Por ejemplo, determinadas plataformas o proyectos derivados.

B) En aquellas areas donde no se alcance el suficiente nivel de competencia (técnica o comercial) o de recursos de cualquier tipo, utiliza los métodos de gestión externa para lograr el mayor nivel de desarrollo de la innovación.

5.- GESTION DE I+D INTERNA Y EXTERNA: CONDICIONANTES PROPIOS DE LA EMPRESA INNOVADORA.

Previamente a la decisión de comenzar cualquier etapa de un proyecto-programa de I+D, la empresa debe reflexionar sobre sus propias posibilidades para ejecutarlo en su totalidad. Tras este estudio, la elección de una modalidad de gestión de I+D, deberá potenciar las capacidades centrales de la empresa ("core capabilities", en la terminología inglesa) y por otro lado, minimizar el impacto de aquellas donde no se alcanza el nivel deseable. Los puntos que en nuestra opinión debe centrar este estudio, se resumen a continuación:

A) Análisis dinámico del sector: En concreto, los

siguientes puntos:

A.1) Estudio de mercado: Con especial atención a las barreras de entrada y salida, grado de concentración del mercado y de los recursos complementarios, tamaño de la competencia, etc.

A.2) Estudio de la demanda: Centrado en dos aspectos fundamentales; evolución (pasada y prevista) y posibilidad de segmentación (con especial atención a las vertientes geográficas y de los posibles "nichos de mercado").

A.3) Comparación de los presupuestos de I+D. Un déficit crónico con respecto a los competidores o una incapacidad para alcanzar lo que hemos denominado "umbral mínimo de I+D", reduce las posibilidades de la gestión interna con garantías de éxito.

B) Análisis interno de la organización de I+D: Con especial hincapié en:

B.1) Posibilidades proporcionadas por la tecnología propia.

B.2) Estrategia presente y futura.

B.3) Recursos disponibles.

B.4) Inversión comprometida en I+D.

6.- GESTION DE I+D INTERNA Y EXTERNA: CONDICIONANTES DE TERCEROS IMPLICADOS.

Pensemos, que analizados los tres primeros grupos de condicionantes la decisión ha sido acudir a una fórmula de gestión externa. Consecuentemente, el paso siguiente, será la

búsqueda y estudio de las posibles relaciones entre nosotros y el tercero que impliquemos en la gestión externa del proyecto-programa de I+D.

El núcleo de esta investigación es calibrar la complementariedad de ambas partes como generadora de sinergias positivas. Como quiera que el "efecto sinérgico puede medirse en términos de rentabilidad y riesgo" (15), las partes convocadas para participar en la gestión externa de un proyecto-programa de I+D pretenderán incrementar sus rendimientos particulares o reducir sus riesgos propios individuales, mediante la colaboración (16).

Pese a que esta complementariedad debe ser alcanzable en todos los factores, su máxima expresión, está en las complementariedades tecnológicas y financieras. Aparecen así, las figuras de socios tecnológicos y financieros los cuales, partiendo de un interés demostrado y común en un determinado proyecto-programa de I+D, ponen en disposición mutua y al promotor de I+D, sus capacidades tecnológica y financiera respectivamente. Con ello, participarán en los beneficios de la innovación generada, y asegurarán su viabilidad por las sinergias generadas.

Para ilustrar el concepto de complementariedad en el ámbito de I+D, proponemos la siguiente cita: (17)

"Sí una firma emergente de biotecnología contrata con otra empresa farmacéutica mayor y establecida para producir por ejemplo, cantidades iniciales de un nuevo producto prometedor, el resultado es unos menores requerimientos dedicados a la producción interna y de los recursos necesarios para desarrollar y operar la instalación de producción".

7.- GESTION DE I+D INTERNA Y EXTERNA: EL CONCEPTO "MECANISMOS DE AISLAMIENTO".

Es importante resaltar, como las limitaciones estudiadas y

particularmente las tres primeras, responden con mucha exactitud al concepto de "mecanismos de aislamiento". Esta expresión, ha sido acuñada para referirse a "aquellas capacidades o activos a menudo no asociados directamente con un producto o servicio que sostienen las ventajas (competitivas). Los ejemplos incluyen, la propiedad de ciertos conocimientos, equipos especializados, reputación de la compañía, o un nombre comercial bien conocido" (18). "La eficacia de los mecanismos de aislamiento, el acceso a los recursos complementarios, y las presiones de la competencia, son los mayores determinantes de la naturaleza y grado de dependencia de los agentes externos. Los mecanismos de aislamiento, protegen las ganancias de un activo de su apropiación por los competidores" (19).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 11:

(1).-MARCOVITCH, Jacques. "Innovación y desarrollo tecnológico." Política Científica. Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología. Septiembre 1.992. N°: 33. p: 57.

(2).-MARCOVITCH, Jacques. Ob.Cit. p: 57.

(3).-Este modelo general se expone en el capítulo 8, pregunta 4.

(4).-En este sentido, recogemos la recomendación de acudir al "Manual de Frascati" de la O.C.D.E., aunque incluyamos las definiciones provenientes de:

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. "Estadística sobre las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D) 1.989." Madrid 1.992. p: 14.

(5).-HAMILTON, William F. ; VILÀ, Joaquim y DIBNER, Mark D. "Patterns of Strategic Choice in Emerginig Firms; Positioning for Innovation in Biotechnology". California Management Review. Primavera 1.990. Vol: 32. N°: 3. p: 73.

Acerca de la complejidad que acompaña a la innovación tecnológica, recomendamos:

BARCELO ROCA, Miquel. "Innovación tecnológica en la industria. Una perspectiva española." BETA Editorial, S.A. Barcelona 1.994.

(6).-WILLIAMS, Jeffrey R. "How Sustainable is Your Competitive Advantage ?" California Management Review. Primavera 1.992. Vol: 34. N°: 3. p: 32.

En la tesis, esta dinámica se amplía en el capítulo 2, pregunta 3.

(7).-Esta situación se expone en el anexo IV.

(8).-Ver capítulo 3, pregunta 2.

(9).-Este concepto, aparece en:

RODRIGUEZ CORTEZO, Jesús. "Consorcios y alianzas, plataformas para I+D, y generación de productos." Dirección y Progreso. Noviembre - Diciembre 1.991. N°: 120. p: 32.

BARCELO ROCA, Miquel. Ob.Cit. p: 41.

(10).-KAMIEN, Morton I. ; MULLER, Eitan y ZANG, Israel. "Research Joint Ventures and R&D Cartels". The American Economic Review. Diciembre 1.992. Vol: 82. N°: 5. p: 1.293.

(11).-TEECE, David J. "Innovación tecnológica y éxito empresarial."

Publicado en:

ESCORSA, Pere. "La gestión de la empresa de alta tecnología." Ariel. Barcelona 1.990. p: 126.

(12).-Completar en el capítulo 6, punto 8.1, en el capítulo 12, punto 2.1 y en el anexo II, pregunta 7.

(13).- Se puede consultar entre otras referencias:

ALBALA, Américo. "Método por etapas para la evaluación y selección de proyectos de investigación y desarrollo (I+D)."

Publicado en:

ESCORSA, Pere. Ob.Cit. pp: 151 - 152.

(14).-TEECE, David J. Ob.Cit. p: 126.

(15).-GUITIAN FERNANDEZ DE CORDOBA, Rafael. "Franquicias: Modelo de sinergias". Actualidad Financiera. N°: 27. 1-7 de Julio de 1.991. p: F-531.

(16).-GUITIAN FERNANDEZ DE CORDOBA, Rafael. Ob.Cit. p: F-532.

(17).-HAMILTON, William F. ; VILÀ, Joaquim y DIBNER, Mark D. Ob.Cit. p: 73.

(18).-WILLIAMS, Jeffrey R. Ob.Cit. p: 31.

(19).-HAMILTON, William F. ; VILÀ, Joaquim y DIBNER, Mark D. Ob.Cit. p: 75.

CAPITULO 12: Mercado interno de capitales: Fórmulas de financiación de proyectos y programas de I+D.

1.- CLASIFICACION DE LOS MODELOS DE GESTION EXTERNA.

Dentro de la gestión externa de proyectos-programas de I+D, el criterio elegido para una primera ordenación ha sido el de la "lateralidad". Con él, hacemos referencia al número de participantes del proyecto-programa de I+D y a como se formaliza la relación entre ellos. Atendiendo a este planteamiento, las categorías de métodos de gestión externa sería:

A) Unilaterales: Este grupo, se caracteriza por el número de dos participantes en cada operación que es fruto de la iniciativa e interés de uno de ellos (promotor) al cual se le une con posterioridad el otro agente. Podemos diferenciar las siguientes modalidades:

A.1) Adquisiciones y cesiones de licencias tecnológicas.

A.2) Escisiones y absorciones de departamentos de I+D.

A.3) Creación de subsidiarias o "start-up".

A.4) Capital riesgo de empresa.

B) Multilaterales: Con un mínimo de dos participantes, su rasgo definitorio es una iniciativa y espíritu de colaboración compartido por todos desde el primer momento. Con relativa frecuencia, aparece el papel de mediador (desempeñado generalmente por un organismo público) que promueve en los primeros pasos la unión de los participantes. Las modalidades más conocidas son:

B.1) "Joint Ventures".

B.2) Alianzas estratégicas y consorcios de I+D.

C) Mixtas: Son aquellas fórmulas de difícil catalogación en los dos grupos anteriores. Presentan siempre, una estructuración formal compleja y es difícil delimitar a quien corresponde la iniciativa y los intereses de los participantes. Hemos considerado como la más representativa las operaciones de:

C.1) Adquisiciones y fusiones de empresas.

Un hecho destacado, es que todas estas modalidades, independientemente del grupo al que pertenezcan, encierran una forma de financiación diferente y válida para el proyecto-programa de I+D. Por ello, podemos concluir, que el mercado interno de capitales, ofrece sus alternativas financiadoras de la función de I+D a través de las modalidades de gestión externa (las internas, exclusivamente aportan nuevos destinos de fondos como se especifica en el capítulo 13).

2.- FORMULAS DE FINANCIACION DE LA GESTION EXTERNA UNILATERAL DE PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D.

De la pregunta anterior conocemos las características genéricas de la gestión externa unilateral, de ahí que pasemos a analizar cada una de sus modalidades, como fuentes de fondos.

2.1.- Adquisiciones y cesión de licencias tecnológicas.

Se puede calificar como el método tradicional de gestión externa más difundido, estandarizado y sencillo de los propuestos. En esencia, consiste en un contrato mediante el cual "el licenciado recibe del licenciante, mediando o no una contraprestación, el derecho a ejercer alguna actividad para la cual el licenciante está capacitado a otorgar el citado derecho. La denominación

genérica apropiada para los diversos derechos, que en la actualidad son objeto de licencia, es la de derechos de la propiedad industrial. Este término, incluye los correspondientes a la utilización de patentes, marcas comerciales, diseños, derechos de autor, "know how", información técnica y asistencia técnica" (1).

Pese a la alta aceptación alcanzada por esta modalidad de transferencia de tecnologías e innovaciones, se requiere el estudio particular de cada acuerdo porque será en el clausulado del mismo, donde se encuentren las claves de interpretación de los derechos y obligaciones de cada parte contratante (2).

Las razones financieras del licenciado (adquiriente de la licencia o mero inversor) para acudir a esta fórmula, pueden ser agrupadas en dos propuestas:

2.1.1.- Adquisiciones de licencias tecnológicas como estrategia financiera principal: Podemos citar estas razones objetivas:

A) Eliminación práctica de todos los riesgos asociados a la ejecución de la primera fase de proyectos-programas de I+D (3). Esta afirmación, debe ser matizada porque se ve influenciada por el tipo de contrato y por el momento de su firma.

B) Reducción sustancial de los riesgos derivados de la segunda fase de un proyecto-programa de I+D (4). Aunque siempre existirá un componente de riesgo proveniente de la homogeneidad de mercados donde se explota la innovación tecnológica, de la posibilidad del licenciado para desarrollar innovaciones incrementales, etc.

C) Aceleración del proceso de innovación (5).

D) Evitar desviaciones presupuestarias, o la incapacidad financiera durante la ejecución. La adquisición de licencias tecnológicas, es una de las pocas fórmulas financieras de I+D de "precio cerrado" (6).

E) Adquisición de parte del prestigio del licenciante (7).

Conviene precisar que como estrategia, la adquisición de licencias tecnológicas posee debilidades. Como se ha apuntado, esta fórmula financiera consiste en "pagar por la I+D de todas formas pero sin obtener el beneficio total de esta actividad" (8) y en consecuencia podremos hablar de un "coste de oportunidad" (9) implícito.

Si acudimos a una perspectiva más amplia, (economía nacional o regional, por ejemplo), si los agentes económicos acuden mayoritariamente a esta estrategia, aparecerán importantes secuelas negativas a largo plazo (10) porque existirán "balanzas tecnológicas" negativas tanto en unidades monetarias como en número.

El panorama descrito en el párrafo anterior, ha sido relativizado por autores como Barceló (11) quienes consideran la "balanza tecnológica" como una forma imprecisa de medir las transacciones económicas derivadas del uso de la tecnología.

2.1.2.- Adquisiciones de licencias tecnológicas como estrategia financiera complementaria. Su fundamento práctico son:

A) Solventar problemas puntuales de carencia de recursos y capacidades de todo tipo para la función de I+D.

B) Mediante la integración con el desarrollo interno de la función de I+D es posible la continuidad de proyectos-programas de I+D con nuevos objetivos, para introducirse en otros sectores, etc.

2.1.3.- Cesión de licencias tecnológicas como estrategia financiera principal. Las razones de esta posición serían:

A) Centrar todos los esfuerzos y recursos en la propia función de I+D.

B) Escapar de la limitación de recursos complementarios, comercialización, etc. reduciendo los riesgos asociados a la segunda fase de un proyecto-programa.

C) Acelerar el período de maduración de las inversiones en I+D.

D) Reducción de los presupuestos de I+D. (No es necesario financiar la segunda fase).

E) Beneficiarse del prestigio comercial del licenciado. (De forma global, se produce esta situación cuando una empresa pequeña, licencia una innovación a una de mayor tamaño y presencia masiva en el mercado).

2.1.4.- Cesión de licencias tecnológicas como estrategia financiera complementaria. Entonces se pretende:

A) Posibilitar la "autofinanciación propia" de un proyecto-programa de I+D dedicando los recursos obtenidos al desarrollo interno del mismo pero referido a nuevas plataformas, derivados, etc.

B) Facilitar la introducción y difusión, rápida y

masiva, de una innovación tecnológica al objeto de copar una cuota de mercado amplia. Este supuesto es especialmente interesante cuando dos innovaciones compiten simultáneamente por un único mercado.

Para concluir, es necesario destacar como el licenciante, con independencia de cual sea su estrategia con respecto a la cesión, asume un riesgo muy importante; el verse desplazado del mercado por el adquirente de la licencia. Un ejemplo esclarecedor (12) es el caso de los receptores portátiles de radio. SONY, fue capaz de "barrer" de ese mercado a la empresa americana RCA utilizando únicamente en sus inicios tecnología licenciada por la propia RCA.

(Completar con lo expuesto en el capítulo 6, punto 8.1, en el capítulo 11, punto 4.1 y anexo II, pregunta 7)

2.2.- Escisiones, fusiones y absorciones de departamentos de I+D.

"Cuando la relación de fuerzas existentes entre empresas (...) es desequilibrada, se pueden ejecutar operaciones de fusión-absorción que ponen en manos de las empresas más expertas los descubrimientos que las mismas transformarán en nuevos productos o las innovaciones que estas integrarán en los procesos de fabricación o incorporación en sus actividades" (13).

En el anverso de esta actuación, está el interés del promotor en acceder a la totalidad de los recursos de I+D de una empresa. Bien por intereses globales de la compañía, o simplemente por los de un proyecto-programa concreto. En el reverso, hallamos la necesidad de deshacerse por parte del cedente sus activos tangibles e intangibles de I+D.

Después de formalizada la transmisión, se podrá optar por la integración total o parcial del departamento adquirido en la estructura del adquirente, dotarlo de autonomía o no, y acceder a los resultados de I+D por una combinación de mecanismos, desde

licencias tecnológicas a intercambios.

2.3.- Creación de subsidiarias (o "start-up").

La idea preeminente en esta modalidad de gestión externa, aparece resumida en la cita siguiente: (14)

"Muchos directivos de I+D creen que las organizaciones pequeñas de I+D son mucho más productivas que las grandes."

De ella, parten las explicaciones de muchas operaciones financieras realizadas por empresas grandes y de altos presupuestos de I+D con la intención de emular y repetir el entorno de trabajo de las PYMES más innovadoras. Con posterioridad, los logros que se alcancen en esta "subsidiaria de laboratorio" serán trasladados a la matriz (15).

Las bases de esta aparente contradicción de las economías de escalas, son: (16)

A) Mayor competencia técnica del personal de I+D de las PYMES innovadoras, donde valoran la libertad intelectual y la oportunidad de realizar importantes plusvalías con las opciones de compra de acciones que forman parte de su salario.

B) Mayor concienciación por los costes.

C) Mejor comunicación y coordinación.

D) Menores distancias personales que fomentan las comunicaciones.

E) Mayor cercanía al mercado: Los ingenieros y científicos de las organizaciones de I+D más pequeñas, tienen un mayor contacto con los clientes aumentando así las posibilidades de éxito comercial de su trabajo.

F) Menor dependencia de los estudios formales de mercado: La ausencia de datos históricos para determinadas innovaciones, invalida en cierta medida las conclusiones de las investigaciones comerciales. Por ello, un equipo de I+D en contacto con la clientela proporciona una gran fiabilidad para lanzar nuevos productos.

G) Las organizaciones más pequeñas de I+D son más capaces de aprovechar las oportunidades ("seredependency") gracias a su mayor flexibilidad en la planificación (17).

H) Más receptividad a los mercados y tecnologías cambiantes.

I) Menor burocracia y mayor libertad de decisión.

J) Existe un alto grado de motivación en "derrotar" a la sociedad matriz o a la empresa que ostenta mayor cuota de mercado.

K) Una mayor política de incentivos para el personal.

Bajo estas premisas, el mercado interno de capitales, dota de autonomía financiera y directiva a un "ente organizativo" nuevo con independencia de su personalidad jurídica y tratar así de maximizar la utilidad de los recursos dedicados a I+D.

2.4.- Capital riesgo de empresa.

"En la década de los setenta y comienzos de los ochenta, el funcionamiento de las pequeñas empresas de alta tecnología en los Estados Unidos era muy distinto del de las grandes. Las primeras eran muy dinámicas, ágiles y poco jerárquicas; estaban preocupadas por los aspectos técnicos pero descuidaban a veces los comerciales o financieros. Su prototipo eran las empresas del Silicon Valley. La gran empresa se caracterizaba, en cambio, por su capacidad de producción en masa y sus grandes laboratorios de

I+D pero también por su burocratización, lentitud y falta de iniciativa. Pero el cambio tecnológico es tan rápido que las empresas deben evolucionar si no quieren verse descolgadas" (18).

Al igual que en el epígrafe anterior, el capital riesgo de empresa, se constituye en una alternativa para subsanar este tipo de debilidades.

Entenderemos por capital riesgo de empresa la adquisición de participaciones minoritarias en PYMES innovadoras bien directamente, bien a través de sociedades y fondos de capital riesgo creados por una o varias empresas con intereses en I+D.

La afinidad financiera, proviene de las complementariedades posibles:

A) Para la empresa que recibe la financiación del capital riesgo de empresa:

"El comportamiento de la pequeña empresa también evoluciona. Como el ciclo de vida de los productos se acorta, necesita comercializar en poco tiempo sus innovaciones a escala mundial. Cada vez más las PYMES prefieren especializarse en un espacio geográfico mayor a diversificarse en el mercado doméstico. Como su capacidad económica no es suficiente se ve obligada muchas veces a pactar con la gran empresa para fabricar en masa" (19).

B) Para la empresa que practica el capital riesgo:

"La gran empresa trata de recuperar la agilidad perdida y lo consigue por muchos caminos: descentralización, creación de unidades independientes, adquisición de pequeñas empresas o participación en ellas, creación de sociedades propias de capital riesgo para seguir de cerca la marcha de los sectores prometedores, subcontratación de investigación a Universidades o centros de investigación exteriores..."

(20) .

A estos dos aspectos, Martí Pellón (21) incorpora algunos razonamientos más:

"Las grandes empresas se interesaron también por el tema (capital riesgo) no sólo por las prometedoras ganancias de capital sino principalmente por la posibilidad de tener acceso a nuevas tecnologías, para mejorar sus líneas de productos o para llevar a cabo una adecuada política de diversificación. (...) Dada su elevada dimensión, muchas empresas no pueden actuar dinámicamente y responder a los cambios tecnológicos que día a día se producen. La excesiva burocratización hace que se pierda un tiempo precioso desde que se descubre algo nuevo, hasta que se aprueba su producción en masa, o incluso, hasta que se acuerda una partida en el presupuesto para verificar el posible éxito del producto mediante la utilización del prototipo. En un entorno donde una ventaja tecnológica puede desaparecer en dieciocho meses, estos gigantes se ven con problemas para mantener su privilegiada posición en el mercado".

Los remedios proporcionados por el capital riesgo de empresa son de acuerdo con el mismo autor dos: (22)

A) La toma de participaciones minoritarias con la doble ventaja de no resultar gravosa para la empresa adquiriente y de no mermar el dinamismo emprendedor de la participada.

B) Creación de filiales dedicadas a otorgar y gestionar activamente participaciones en pequeñas y medianas empresas innovadoras. Funcionando en todo como una sociedad o fondo de capital riesgo profesional.

3.- FORMULAS DE FINANCIACION DE LA GESTION EXTERNA MULTILATERAL DE PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D.

Si en la pregunta anterior aparece como argumento recurrente en

algunas de las vías de financiación el tamaño de la empresa, en la gestión externa multilateral es posible citar tres motivos para explicar su empleo y actual proliferación: (23)

A) "Reducción del riesgo. Por definición, conglomerado (de empresas) combina negocios, actividades no relacionadas en relacionadas en relación a "inputs", tecnologías y mercados."

B) "Costes de capital más bajos. La posibilidad de conseguir economías de escalas en la obtención de los recursos financieros; así como la reducción del riesgo ya mencionado implican que el coste de capital puede reducirse en el conglomerado (de empresas). La pertenencia a este, atenúa el riesgo de suspensión de pagos, de quiebra de la empresa, ya que se supone que existe una cierta solidaridad financiera y ello es valorado por los acreedores (...)"

C) "Peso destacado de la financiación interna. La demanda de fondos del conglomerado fluctúa menos en el tiempo, dado que se utiliza la caja del grupo; y ello puede hacer posible proyectos de investigación - innovación, desarrollo de nuevos negocios e inversiones con un largo período de maduración."

En el lado de los riesgos de la gestión externa multilateral, creemos que existen tres de ellos capaces de distorsionar los resultados esperados: (24)

A) Pérdidas de control que es cedido y compartido con el resto de integrantes de la alianza o consorcio.

B) Posibilidad de fallos por parte de los socios.

C) Nuevos retos de gestión pues es necesario aprender a gestionar conjuntamente con agentes externos en una relación basada en la confianza mutua.

Estos factores y riesgos, son el fundamento de las siguientes modalidades de gestión externa multilaterales:

3.1.- "Joint Ventures".

"Joint Venture", es una "expresión del inglés comúnmente utilizada en todos los idiomas del mundo para referirse a la agrupación, generalmente temporal, de dos o más empresas que unen sus capacidades para afrontar un proyecto de construcción, investigación, comercio exterior, etc." (25).

Las características más sobresalientes de esta forma de colaboración empresarial son:

- A) Proporciona más estabilidad que una mera relación contractual.
- B) Implica la generación de una personalidad jurídica propia con un objeto social definido explícitamente.
- C) Mantiene la independencia jurídica y económica de los socios participantes.
- D) El ánimo de lucro se puede formalizar en la nueva personalidad jurídica creada o permanecer en los socios participantes.

¿Qué causas justifican la amplia difusión de esta modalidad de gestión externa multilateral de I+D?

Al margen de las apuntadas y comunes para la formas multilaterales de gestión externa, creemos que la razón principal es que "empleando "Joint Ventures" las sinergias surgen de la fusión de las fortalezas de los socios específicos (26)...". Y por tanto "colabora a repartir el riesgo entre las compañías de tal forma que cada una pueda desarrollar una más amplia gama de proyectos" (27) y "capacitando a los participantes a superar la

barrera impuesta por el coste del desarrollo, insalvable para cada uno de ellos por sí solos, y eliminando la duplicación de esfuerzos" (28) . En definitiva, superar lo que hemos denominado "umbral mínimo" de I+D (29) .

Estas ventajas potenciales se convertirán en resultados tangibles siempre y cuando se cumplan las siguientes normas mínimas: (30)

A) Establecer unas bases de colaboración "gano-ganas" para la cooperación de las partes.

B) Preparar planes científicos para las actividades conjuntas. Esto abarca definir las actividades a desarrollar, listar las personas, equipos, "know how", servicios, capital, etc. a aportar por cada socio.

C) Trasladar los planes en actuaciones concretas. Este será el momento cuando la alianza tome carta de naturaleza propia independiente de la de sus creadores.

A partir de las dos fases de cada proyecto-programa de I+D, se han articulado los siguientes cuatro escenarios de "joint ventures" en I+D (31) . En el cuadro nº12.1 aparecen reflejados.

Por último, había que destacar con respecto a los "joint ventures" una clara diferenciación sectorial (32) . A título de ejemplo, en el sector del automóvil, las plataformas tanto de carrocería como de motores son los más habituales. En las telecomunicaciones e informática, los "joint ventures" se dedican a proyectos-programas de I+D de descubrimientos tal y como ocurre en la biotecnología, etc.

3.2.- Alianzas estratégicas o consorcios de I+D.

Desde nuestro punto de vista estas dos expresiones comparten un mismo significado aunque con una pequeña diferenciación. Sí bien las alianzas se llevan a cabo por la decisión de las partes

intervinientes, los consorcios aparejan una promoción pública con otros intereses como pueden ser la reordenación de un sector, promocionar la investigación en determinadas areas, etc.

Cuadro nº12.1.- Clases de "Joint Ventures".		
MODELO	PRIMERA FASE I+D	SEGUNDA FASE I+D
"JOINT VENTURE" COMPETITIVO.	Los participantes compiten; cada uno decide su propio nivel de I+D para un nivel de inversión conocido del resto. Además, dividen sus esfuerzos de I+D evitando duplicidades de actividades.	Los participantes compiten entre sí. Los costes de producción están disminuidos como consecuencia de la adición de los esfuerzos de I+D en la industria.
CARTELIZADO	Los participantes coordinan sus actividades con el objeto de maximizar el beneficio global. Además dividen sus esfuerzos de I+D evitando duplicidades de actividades.	

A pesar de esta pequeña diferencia, ambos términos, comparten un mismo núcleo definitorio formado por las siguientes características: (33)

A) Excelencia: "Porque cada participante trae sus mejores capacidades al esfuerzo, podría ser posible crear una organización con lo mejor de cada uno".

B) Confianza: "Las compañías que intervienen compartirían un sentido de destino común, significando esto que el objetivo de cada socio dependerá de los otros".

C) Oportunismo: "La unión de los socios, será menos

permanente, menos formal y más oportunista. Las compañías se unirán para enfrentarse a una oportunidad de mercado específica, y con más frecuencia que el caso contrario, se separarán una vez se evapora".

Con estos pilares, podemos definir a las alianzas estratégicas y consorcios de I+D como "una composición de compañías que buscan investigaciones cooperativas mutuamente benéficas mientras permanecen como fieros competidores en el mercado. De esta forma, estarán formados por personal de muy diferentes culturas corporativas. Además, los accionistas presentan diferentes prioridades de gestión, políticas y procedimientos. Como resultado, las empresas, con frecuencia, participan en los consorcios (y alianzas estratégicas) por diferentes y a veces conflictivas razones. Dentro de un consorcio (o alianza) simple, diferentes programas de investigación, utilizando diferentes metodologías son perseguidos simultáneamente" (34).

El resultado, de una alianza estratégica o consorcio de I+D, es sencillo; "...es una red temporal de empresas independientes - proveedores, clientes e incluso antiguos rivales- unidos por la tecnología de la información para compartir conocimientos prácticos, capacidades, costes y acceso a los mercados de los otros" (35).

La motivación por la cual las empresas acuden a estas formas de colaboración son en todo coincidentes con lo expuesto en el epígrafe dedicado a los "joint ventures", dedicando así sus esfuerzos de I+D a aquellos temas que se dominan mejor, tratando de optimizar sus recursos.

Las mejores posibilidades de alianzas y consorcios para formalizarse con rapidez y flexibilidad, la no creación de conflictos de intereses con aliados o rivales, el menor nivel organizativo en el que se toma la decisión de participar e incluso las mejores posibilidades para esquivar legislaciones (antimonopolio, y defensa de la competencia por ejemplo),

constituyen las principales diferencias entre estas formas de asociación y los "joint ventures".

La evolución prevista para estos tipos de asociaciones (36) sería las "corporaciones virtuales". Estas, aúnan a los pilares citados al comienzo, un amplio uso de la tecnología de la información y una dilución de los límites de las empresas. Con ello, se genera un torrente de asociacionismo espontáneo ayudado por las redes de comunicación de alta velocidad, estándares comunes para intercambios de diseños y otros trabajos, y bases de datos que harán más fácil encontrar socios a las compañías.

Estas hipotéticas "corporaciones virtuales", deben ser entendidas como redes temporales de compañías que se unen rápidamente para explotar oportunidades que cambian a gran velocidad. Presentarán una gran diferencia con los actuales consorcios y alianzas porque no tendrán ni oficinas centrales, ni organigramas. Ni tampoco tendrán jerarquías, ni integración vertical.

En el cuadro nº12.2 ofrecemos diferentes ejemplos de alianzas estratégicas y consorcios de I+D.

Cuadro nº12.2.- Ejemplos de alianzas estratégicas.

Ejemplo nº1.

Participantes	American Telephone & Telegraph (EE.UU) Marubeni Trading Co. (Japón) Matsushita Electric Ind. Co. (Japón) Henry Dreyfuss Associates (EE.UU)
Objetivos	Diseño, desarrollo y producción del ordenador portátil denominado "Safari notebook."

Ejemplo nº2

Participantes	Apple Computers (EE.UU) Motorola (EE.UU)
Objetivos	Desarrollar un sistema operativo y un microprocesador para una nueva generación de ordenadores.

Ejemplo nº3

Participantes	Apple Computers (EE.UU) Sony Corp. (Japón)
Objetivos	Aprovechar la capacidad del socio americano para concebir software de fácil manejo con el reconocido prestigio del socio nipón para la miniaturización y producción de aparatos electrónicos y así entre ambos producir la gama de ordenadores portátiles "Powerbook".

Ejemplo nº4

Participantes	M.C.I. Communications Corp. (EE.UU) 100 Compañías distintas.
Objetivos	Destinar los fondos de I+D de M.C.I. a desarrollar lo que mejor hacen; software y aprovechar las capacidades de cada uno de los 100 socios en los proyectos de hardware.

Ejemplo nº5

Participantes	Empresas pertenecientes a países miembros de la Unión Europea.
---------------	--

Objetivos	Diferentes del programa al cual pertenecen: RACE: Tecnología para redes de comunicación de banda ancha. ESPRIT: Tecnologías de la información. AIM: Informática avanzada para medicina. DELTA: Aplicaciones de nuevas tecnologías para la enseñanza. DRIVE: Seguridad en carretera.
FUENTE:	
"Business Week". The Virtual Corporation. 8 Febrero 1.993. N°: 3304. pp: 98 - 103.	
EILON, S."European Community Policy for Innovation". OMEGA, International Journal Management Science. 1.990. Vol: 18. N°: 4. pp: 383 - 394.	

4.-FORMULAS DE FINANCIACION DE LA GESTION EXTERNA MIXTA DE PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D.

En alguna operación financiera sin relación aparente con interés en I+D, existe un transfondo de esta índole. Con este criterio hemos definido las modalidades de gestión externa mixta, y en especial la que explicamos a continuación:

4.1.- Adquisiciones y fusiones de empresas.

Subyace en numerosos casos de adquisiciones y fusiones de empresas, importantes razones de carácter tecnológico y de I+D. Como idea aproximada, se han argumentado estas razones (37) en un 16% de los casos de este tipo de operaciones. Por este motivo, se han institucionalizado esta "otra forma" de hacer actividades de I+D.

Como en el resto de modalidades multilaterales de gestión externa, se pretende encontrar un efecto sinérgico (38). Pero, a diferencia de aquellas, es posible encontrar una serie de explicaciones propias, entre las cuales destacamos los fenómenos siguientes:

A) "El hecho que las empresas no descárten la adquisición de firmas para explotar en exclusiva una tecnología, se debe al carácter imprevisible de la I+D. Por muchos recursos que dedique una empresa a la investigación en tecnología propia, no se puede dejar de prestar atención y estar siempre alerta a lo que hacen los demás por sí surgiera alguna oportunidad por parte de pequeñas y medianas empresas que han generado inventos que no llegan a desarrollar al carecer de capacidades expansivas" (39).

B) Por las ventajas que el adquiriente o promotor de la fusión obtiene: (40)

B.1) Eliminación del período de aprendizaje porque el dominio tecnológico es total por parte de la empresa absorbida.

B.2) El riesgo de fracaso es menor porque se pone a disposición de la innovación una infraestructura que la valoriza inmediatamente.

B.3) Se controla mejor la evolución de la innovación ya que no sólo se integra una tecnología sino toda la organización que la ha descubierto, desarrollado y lanzado.

B.4) El grado de autonomía de uso de las tecnologías e innovaciones es ilimitado por parte del adquiriente o promotor.

C) La búsqueda de economías de escala y/o eliminación de ineficiencias (41).

D) Combinación de recursos complementarios (42).

Frente a estas argumentaciones positivas, la realidad socio económica proporciona un panorama menos brillante. Numerosos

estudios han tratado de establecer los efectos de los procesos de fusión y adquisiciones empresariales sobre los niveles de inversión en I+D anteriores y posteriores al proceso (43).

La tesis inicial, asume que los importantes costes financieros necesarios en la mayoría de las fusiones y adquisiciones, se constituyen en un destino alternativo y primordial en la planificación financiera y de tesorería. A partir de esta conclusión, es posible desligar dos líneas de investigación. La primera, (44) establece un efecto negativo en los niveles de I+D posteriores a la fusión o adquisición al primar la cancelación de las obligaciones de pago asumidas en el proceso de fusión en perjuicio de otras inversiones con horizonte temporal en el largo plazo.

La segunda postura, (45) sin renunciar explícitamente a la anterior, se limita señalar como en aquellos sectores donde el impacto tecnológico o de las inversiones en I+D es muy alto, el fenómeno de las fusiones y adquisiciones no tiene una gran importancia porque los inversores potenciales huyen del riesgo asociado.

Estas dos posiciones, apoyan su metodología en datos provenientes de operaciones desarrolladas en el seno de mercado de capitales. Existe pues ciertas dudas metodológicas porque se desprecia el impacto de las fusiones y adquisiciones de PYMES que no están presentes en los mercados entre sí mismas o por parte de otras empresas de mayor tamaño. Es en este último ambiente donde se prodigan las adquisiciones y fusiones amparadas en factores tecnológicos o de I+D.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 12:

(1).-ARCOCHA, A. y MASIA, A. "Comercialización de la tecnología." Fundación Empresa Pública, Madrid 1.983.

Publicado en:

FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. "Manual de dirección estratégica de la tecnología." Ariel. Barcelona 1.988. p: 139.

(2).-ARCOCHA, A. y MASIA, A. Ob.Cit. Figura nº 5.8.

(3).-Definidos en anexo III, pregunta 3 y 4.

(4).-Definidos en anexo III, pregunta 5.

(5).-Consultar anexo IV, punto 4.3.

(6).-Ver concepto de riesgo financiero en anexo III, punto 5.1.

(7).-Esta posibilidad se convierte en auténtico reductor del riesgo de mercado definido en anexo III, punto 5.1.

(8).-BAINS, William. "Need R&D mean Risk and Doubt?" Accountancy. Enero 1.991. Nº1.169. p: 85.

(9).-El "coste de oportunidad" se contempla en anexo III, punto 3.1.

(10).-Ver capítulo 2, pregunta 5.

(11).-BARCELO ROCA, Miquel. "Innovación tecnológica en la industria. Una perspectiva española." BETA Editorial, S.A. Barcelona 1.994. pp: 74 - 76.

(12).-HENDERSON, Rebecca M. y CLARK, Kim B. "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Products, Technologies and the Failure of Established Firms." Administrative Science Quarterly. Marzo 1.990. V: 35. Nº: 1. p: 10.

(13).-MORCILLO ORTEGA, Patricio. "La dimensión estratégica de la tecnología." Ariel. Barcelona 1.991. p: 132.

(14).-YEAPLE, Ronald N. "Why are Small R&D Organizations More Productive?" IEEE Transactions on Engineering Management. Noviembre 1.992. Vol: 39. Nº: 4. p: 332.

(15).-En este sentido, consultar capítulo 3, punto 4.1.

(16).-YEAPLE, Ronald N. Ob.Cit. pp: 333 - 336.

(17).-Comentado en anexo III, pregunta 6.

(18).-ESCORSA, Pere. "Estrategia tecnológica: Tendencias actuales."

Publicado en:

ESCORSA, Pere. "La gestión de la empresa de alta tecnología." Ariel. Barcelona. 1.990. pp: 60 - 61.

(19).-ESCORSA, Pere. Ob.Cit. pp: 61 - 62.

(20).-ESCORSA, Pere. Ob.Cit. p: 61.

(21).-MARTI PELLON, José. "El capital riesgo ("venture capital"): Un análisis conceptual y formal, aplicado a España y a los principales países industrializados." Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 1.986. pp: 59 - 60.

(22).-MARTI PELLON, José. Ob.Cit. pp: 61 - 62.

(23).-CUERVO GARCIA, Alvaro. "Las corporaciones industriales y financieras." Revista de Economía. Consejo General de Colegios de Economistas de España. Madrid. 2º Trimestre 1.991. pp: 27 - 28.

(24).-"BUSINESS WEEK". *The Virtual Corporation*. 8 de Febrero de 1.993. Nº: 3.304. p: 101.

(25).-TAMAMES, Ramón. "Diccionario de economía." Alianza Editorial. Madrid 1.991. p: 223.

(26).-NEWMAN, William H. "Lauching a Viable Joint Venture." California Management Review. Otoño 1.992. Vol: 35. Nº: 1. p: 68.

(27).-BAINS, William. Ob.Cit. p: 85.

(28).-KAMIEN, Morton I. ;MULLER, Eitan y ZANG, Israel. "Research Joint Ventures and R&D Cartels." The American Economic Review. Diciembre 1.992. Vol: 82. Nº: 5. p: 1.293.

(29).-Expuesto en el capítulo 3, pregunta 2.

(30).-NEWMAN, William H. Ob.Cit. pp: 77 - 78.

(31).-KAMIEN, Morton I. ;MULLER, Eitan y ZANG, Israel. Ob.Cit. p: 1.295.

(32).-Ver capítulo 3, pregunta 2.

(33).-"BUSINESS WEEK". Ob.Cit. pp: 98 - 99.

(34).-SMILOR, Raymond W. y GIBSON, David V. "Technology Transfer in Multi- Organizational Enviroments: The Case of R&D Consortia." IEEE Transactions on Engieneering Management. Febrero 1.991. Vol: 38. Nº: 1. p: 3.

(35).-"BUSINESS WEEK". Ob.Cit. p: 99.

(36).-"BUSINESS WEEK". Ob.Cit. p: 98.

(37).-MASCAREÑAS PEREZ-IÑIGO, Juan. "Manual de fusiones y adquisiciones de empresas." Mc Graw-Hill. Madrid 1.993. p: 2.

(38).-GIMENO ANGUELU, Manuel. "Identificación de la empresa a adquirir."

Publicado en:

MASCAREÑAS PEREZ-IÑIGO, Juan. Ob.Cit. p: 2.

(39).-MORCILLO ORTEGA, Patricio. Ob.Cit. p: 145.

(40).-MORCILLO ORTEGA, Patricio. Ob.Cit. p: 143.

(41).-MASCAREÑAS PEREZ-IÑIGO, Juan. Ob.Cit. pp: 3 - 5.

(42).-MASCAREÑAS PEREZ-IÑIGO, Juan. Ob.Cit. p: 7.

(43).-En cierta forma, son trasladables las conclusiones recogidas en el capítulo 9, punto 3.2 cuando analizábamos la influencia de un L.B.O. en las actividades de I+D.

(44).-Esta postura es mantenida por:

HITT, Michael A. ;HOSKISSON, Robert E. y otros. "Effects of Adquisitions on R&D Inputs and Outputs." Academy of Management Journal 1.991. Vol: 34. N°: 3. pp: 693 - 703.

(45).-Esta postura es mantenida por:

HALL; Browyn H. "The Impact of Corporate Restructuring on Industrial Research and Development." Brookings Papers: Microeconomics 1.990. pp: 85 - 124.

CAPITULO 13: Mercado interno de capitales: Otros destinos financieros de I+D.

1.- CLASIFICACION DE LOS MODELOS DE GESTION INTERNA.

Las decisiones financieras de I+D, no sólo adjudican fondos a proyectos-programas de I+D (nuestra "unidad de trabajo"). El mercado interno de capitales, además, debe proveer y planificar, la financiación de la estructura de I+D como medio de lograr la consecución de objetivos globales de la función de I+D. Por eso, podemos afirmar que si la gestión externa definía nuevas fórmulas de financiación de un proyecto-programa de I+D, la gestión interna, proporciona nuevas aplicaciones, pero no nuevos orígenes.

Para proceder a clasificar los diferentes modelos detectados de gestión interna, hemos optado por utilizar el criterio de "grado de integración en la estructura organizativa empresarial". A pesar de su aparente sencillez, la tendencia constatada es integrar en sus estructuras formales cualquier movimiento "espontáneo" capaz de mejorar la gestión de I+D y sus resultados. Por tanto, nos limitaremos a clasificar los modelos tal y como eran en sus orígenes.

A partir de este criterio y esa matización, establecemos dos grupos de modelos:

A) Modelos de gestión interna informales: Aquellos que no aparecen en las previsiones u organigramas de I+D. Su origen es de reacción ante las limitaciones y deficiencias de los sistemas formales y como consecuencia de la interacción de personas, recursos, ideas, etc.

B) Modelos de gestión interna formales: Son los centros de costes - beneficios, donde concurren de una manera ordenada

todo tipo de recursos siguiendo las directrices de la dirección y estructura organizativa.

Tras estas breves definiciones, nos introducimos en profundidad en cada una de ellas.

2.- DESTINOS INFORMALES DE FONDOS DE I+D.

Establecer cualquier tipo de características comunes más allá de las expuestas en la pregunta anterior para modelizar estas prácticas empresariales es tremendamente dificultoso. Pero no podemos obviarlas dentro de su financiación como auténticas "fuerzas" de I+D.

En estas circunstancias, proponemos analizar las más significativas de estas prácticas como demandantes de recursos financieros de I+D.

2.1.- "Skunk works" ("talleres bohemios").

Los recursos humanos dedicados a tareas de I+D responden a un perfil muy extendido donde, vocación, iniciativa investigadora y creatividad, están siempre latentes. Estas aptitudes profesionales, quedan aparcadas en muchas ocasiones por la rigideces de la organización donde trabajan.

La respuesta a esta situación, fue la creación de "skunk work" (talleres bohemios en alguna edición española) que consistiría en autorizaciones y dotación presupuestaria a determinadas personas para la ejecución de actividades de I+D al margen de los proyectos-programas establecidos por los sistemas formales de I+D.

Esta "libertad permitida", reproduce la situación y ambiente de las pequeñas empresas innovadoras de reciente creación, como vimos también en la creación de "start up" o "capital riesgo de empresas" (1).

Progresivamente, la importancia de este fenómeno adquiere mayor intensidad y algunos autores (2) propugnan su inclusión como un elemento más de la función de I+D. El motivo de esta postura es porque estos trabajos, incluso "...sin tener trascendencia comercial, pueden ser la primera interacción de una plataforma de producto y proporcionan importantes conocimientos tecnológicos y de mercado para las siguientes extensiones de las plataformas" (3).

Esta doctrina, ha encontrado la reacción adecuada por parte de algunas empresas, las cuales, convencidas de los beneficios potenciales de este fenómeno, establecen mecanismos en sus planteamientos financieros para incentivar estas actuaciones.

El cuadro nº13.1, recoge algunos ejemplos relativos a estos "talleres bohemios".

Un único requerimiento es necesario para la existencia de "skunk works"; "una gran organización y sistema que procuren capacidades profesionales y recursos" (4).

La realidad ha venido a demostrar la rentabilidad de esta "rebeldía" de los empleados, y así, aparecen referencias (5) que señalan como productos o componentes fundamentales han sido el fruto de estos "talleres bohemios". Quizás, el ejemplo más citado sea el disco de memoria para los ordenadores desarrollado en el seno de I.B.M.

2.2.- Equipos multifuncionales.

Una interesante conexión de la "cultura informal de I+D", es la figura del equipo de proyectos presente en toda la literatura empresarial estadounidense como alternativa a los métodos convencionales de gestión de I+D.

"El equipo, contiene los recursos claves requeridos por el proyecto incluyendo los de aquellas actividades de apoyo tales como un taller de modelaje, siendo sus miembros seleccionados por

el líder del equipo" (6).

Cuadro nº13.1: Ejemplos de financiación de "skunk work".

EJEMPLO 1.- Texas Instruments Corp.

T.I. presenta tres opciones para financiar un nuevo proyecto de I+D:

A) Sistema "Planning Estratégico": Es el primer escalón del proceso formal.

B) Becas "Wild Hare" (o de urgencia): Dedicadas a aquellos proyectos rechazados en el escalón anterior e instituido para no descartar aquellas buenas ideas que los análisis de rentabilidad convencionales no valoran correctamente porque su maduración es a largo plazo o se carece de datos para ello.

C) Becas "Ideas": Instituidos también para proyectos eliminados en el primer escalón. Autoriza una cierta cantidad de dinero para el desarrollo de prototipos.

EJEMPLO 2.- I.B.M.

I.B.M. también mantiene tres fuentes de financiación:

A) Financiación de la propia división.

B) Financiación por la I+D de la corporación.

C) Financiación de nuevos proyectos.

FUENTE:

MAIDIQUE, Modesto A. y HAYES, Robert H. "El arte de gestionar la alta tecnología."

Publicado en:

ESCORSA, Pere. "La gestión de la empresa de alta tecnología." Ariel. Barcelona 1.990. p: 96.

"Con su propio presupuesto, recursos y con el control sobre sus procedimientos y procesos, el equipo puede delimitar su propio curso y hacer lo que necesite ser hecho para cumplir su misión. Esta, no tiene porque estar limitada por precedentes de otros productos o por los sistemas existentes, siendo así los equipos ideales para proyectos de descubrimientos donde la intención es

precisamente abarcar nuevos campos. También, podría ser efectivos en situaciones experimentales o en desarrollos avanzados donde los objetivos son explorar nuevos territorios técnicos o comerciales, pero no es probable que sean efectivos para proyectos plataforma que deben conectar con otros productos o procesos, o cuando el sistema básico de desarrollo es una continua mejora y refuerzo de lo existente" (7).

Al menos, cinco ventajas aparecen cuando se comparan los equipos multifuncionales sobre otros métodos más convencionales: (8)

A) Los equipos desarrollan una comprensión del cliente más realista.

B) Los equipos toman decisiones sobre productos más equilibradas y mejores.

C) Los equipos trabajan más rápido siempre y cuando cuenten con la autonomía necesaria.

D) Los equipos planifican mejor.

E) Los equipos son mejores dirigiendo programas complejos.

Estas propiedades se refuerzan cuando es toda la organización la basada en equipos multifuncionales: (9)

A) Eliminación de los conflictos propios de autoridad entre los directivos de línea y los de proyecto.

B) Proporcionan a la compañía una gran flexibilidad porque los equipos pueden ser reconfigurados fácilmente si fuese necesario por los requerimientos del proyecto-programa de I+D.

C) Los equipos capacitan a la organización para especializarse por líneas de productos, respondiendo así a

la necesidad de diferentes filosofías de diseño para diferentes productos.

Para completar este panorama, es necesario mencionar la figura del "campeón" o líder natural, cuyo entusiasmo, capacidad de motivación y trabajo, constituyen una garantía de éxito para los proyectos-programas de I+D (10).

Todas estas características conforman una situación financiera muy particular asimilable a las descritas en capítulos precedentes (11).

3.- DESTINOS FORMALES DE FONDOS DE I+D.

Dentro de los agentes participantes del mercado interno de capitales, están todos aquellos órganos previstos en las estructuras formales de la empresa para asignar responsabilidades, objetivos y recursos. La función de I+D, y pese a lo comentado cuando tratábamos la gestión interna informal, canaliza la gran mayoría de sus fondos financieros a través de esta estructura formal de la empresa hacia los proyectos y programas previstos.

De forma paradójica, mientras las organizaciones a nivel conceptual han merecido una gran atención, las estructuras formales de I+D han permanecido siempre en un segundo plano.

Desde una perspectiva exclusivamente financiera, el "organigrama de I+D" plantea un nuevo punto de atención; la financiación de la función de I+D en su sentido más global. Dos nuevos demandantes de fondos de I+D aparecen estrechamente ligados a este nuevo ámbito.

3.1.- Concepto de "unidad de I+D".

Dos grandes líneas maestras han sido concebidas para analizar las organizaciones formales de I+D: (12)

A) Estructura organizativa global de la empresa u organismo: Las incidencias, conexiones, utilidades, etc. de cada estructura son del dominio público y las empresas, por extensión, aplican su modelo global a sus organizaciones de I+D.

B) Estrategia de innovación de la empresa u organismo (13): Refunde el concepto anterior al ámbito de I+D. Los criterios necesarios para la configuración de la estructura formal de I+D a partir de la estrategia, son tres:

B.1) Estrategia de negocios: Centrada en la discusión de objetivos relativos a reducción de costes o diferenciación de productos (14).

B.2) Estrategia tecnológica: Entendida como un compendio de necesidades y posibilidades presentes y futuras del patrimonio tecnológico de la empresa u organismo (15).

B.3) Estrategia de control de las unidades de I+D: Fijación del grado adecuado de centralización o descentralización de decisiones.

Combinando adecuadamente estos aspectos en función de sus intereses, las organizaciones de I+D se han estructurado a partir de "unidades de I+D" (tradicionalmente denominadas laboratorios).

Convencionalmente, las "unidades de I+D" han sido agrupadas en dos grandes grupos: (16)

A) Laboratorios corporativos: Aquellos establecimientos de I+D con un nivel jerárquico en el organigrama global de la organización similar al de una división y por tanto dependientes de la dirección general. Su existencia se justifica atendiendo a las necesidades (de grupos de clientes internos y externos) que cubren: (17)

A.1) Necesidades geográficas: Dando lugar a laboratorios interterritoriales, regionales, etc.

A.2) Necesidades tecnológicas: Tienen objetivos especificados a nivel tecnológico. Entre otros, podemos citar los siguientes tipos; laboratorios de misión, de nuevas tecnologías, de tecnologías comunes, etc.

A.3) Necesidades organizativas: En relación con los puntos anteriores surgen los denominados laboratorios de apoyo que territorialmente y/o amparados por criterios tecnológicos, prestan sus servicios a "clientes internos".

B) Laboratorios divisionales: Pertenecen jerárquica y orgánicamente a una división estando sometidos al control de la dirección de esta. Como en el caso anterior, es posible delimitar sus actuaciones en función de las necesidades organizativas que satisfacen: (18)

B.1) Necesidades "ofensivas": Es decir, aquellas que hacen referencia a una ampliación o mejora de los objetivos divisionales. En esta partida, se pueden incluir las "unidades de I+D" que apoyan nuevos negocios o campos de actuación bajo un alto grado de descentralización.

B.2) Necesidades "defensivas": Vinculadas con divisiones en mercados o sectores maduros y bien conocidos donde el interés radica en el mantenimiento de unos niveles de rentabilidad. De este tipo, serían todas las "unidades de I+D" centradas en un área estratégica de negocio desarrollada por una división.

3.2.- Organizaciones formales de I+D.

Las organizaciones formales de I+D, se constituyen a partir de la integración de las "unidades de I+D" como se especificó más arriba. Este proceso de composición de un organigrama, está afectado por una serie de factores, en ocasiones aglutinantes y en otras descentralizadores. Han sido identificados los que se exponen a continuación: (19)

- A) Sector o sectores de la actividad o actividades (20).
- B) Capital.
- C) Cifra de ventas.
- D) Número de empleados.
- E) Número de divisiones.
- F) Número de centros de producción.
- G) Nivel de gastos de I+D.
- H) Número de laboratorios de I+D.
- I) Porcentaje de exportaciones.
- J) Índice de competitividad internacional.
- K) Índice de eficiencia del factor trabajo.
- L) Índice de eficiencia del factor capital.

La nota dominante de este listado, es la tremenda heterogeneidad de los factores considerados. Esto, no ha sido obstáculo para que a partir de una encuesta entre empresas japonesas y al amparo de estos condicionantes , se haya procedido a establecer los siguientes tipos de organizaciones formales de I+D: (21)

A) Tipo "primero": Organizaciones con laboratorios corporativos y divisionales. Se refiere a empresas u organismos con estilos de dirección orientados a la función de I+D, y lo suficientemente estables para descentralizar alguna de las unidades hacia la órbita de las divisiones.

B) Tipo "segundo": Organizaciones con laboratorios corporativos exclusivamente. Esta fórmula de integración, congruente con estrategias de rápida difusión tecnológica, generalmente concentra las actividades de I+D a nivel corporativo aunque otras funciones como la producción o ventas estén descentralizadas a lo largo de la organización.

C) Tipo "tercero": Cesión de actividades a empresas subsidiarias y especializadas (22). Esta concepción organizativa tiene su razón de ser para innovaciones radicales tratando de preservarlas del día a día de la empresa. Las cesiones, pueden ser totales o convivir con algún tipo de laboratorio propio (principalmente divisional).

D) Tipo "cuarto": Organizaciones con laboratorios divisionales exclusivamente. Son la expresión más representativa del sistema divisional como modelo de organización llevado a su cuota más alta de desarrollo.

Si bien esta clasificación puede adolecer de una gran exactitud, su tipología vale para introducirnos en las deficiencias propias de las organizaciones formales de I+D: (23)

A) Repetición y solapamiento de actividades a lo largo de la organización de I+D sobre todo si esta está altamente fragmentada o dispersa.

B) Carencia de comunicación interna que provoca un continuo ir y venir de proyectos-programas de I+D entre las

diferentes unidades.

C) Insuficiente consideración del punto vista del cliente y su no inclusión en los objetivos del proyecto-programa de I+D.

Estos tres defectos apuntados, forman parte del denominado "riesgo organizativo" del proyecto-programa de I+D (24) y pueden materializarse (25) en una baja satisfacción de los clientes, unos costes altos de desarrollo y un pobre potencial de innovación.

Equilibrando esos aspectos negativos, las organizaciones formales de I+D, son capaces de proporcionar (26), la efectividad de sus sistemas de control, su "excelencia" funcional y la eficiencia lograda para procesos rutinarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 13:

(1).-Una colección de casos reales pueden ser encontradas en:

PETERS, Thomas J. y WATERMAN, Robert H. "En busca de la excelencia." Ediciones Folio, S.A. Barcelona 1.988. Capítulo 7.

En lo referido a "start up" y "capital riesgo de empresa", consultar los puntos 2.3 y 2.4 del capítulo 12.

(2).-PETERS, Thomas J. y WATERMAN, Robert H. Ob.Cit. pp: 240 - 243.

(3).-MEYER, Marc H. y UTTERBACK, James M. "The Product Family and the Dynamics of Core Capability." Sloan Management Review. Primavera 1.993. Vol: 34. N°: 3. p: 31.

(4).-WHEELWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. "Revolutionizing Product Development." The Free Press. Nueva York. 1.992. p: 161.

(5).-MAIDIQUE, Modesto A. y HAYES, Robert H. "El arte de gestionar la alta tecnología."

Publicado en:

ESCORSA, Pere. "La gestión de la empresa de alta tecnología." Ariel. Barcelona 1.990. p: 96.

(6).-WHEELWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. Ob.Cit. p: 161.

(7).-WHEELWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. Ob.Cit. p: 161.

(8).-DESCHAMPS, Jean-Philippe y NAYAK, P.Ranganath. "Competitive Through Products. Lesson From the Winners". The Columbia Journal of World Business. Verano 1.992. Vol: XXVIII. N°: II. pp: 46 y ss.

(9).-DESCHAMPS, Jean-Philippe y NAYAK, P.Ranganath. Ob.Cit. p: 49.

(10).-Todas las referencias de este capítulo, incorporan el papel del "campeón" como jefe del equipo, siendo ilustrado en numerosas ocasiones con casos reales. Por otra parte, en el capítulo 15, pregunta 2, se contempla esta figura.

(11).-En concreto la creación de subsidiarias (capítulo 12, punto 2.3).

(12).-ETO, Hajime. "Classification of R&D Organizational Structures in Relation to Strategies." IEEE Transactions on Engineering Management. Mayo 1.991. Vol: 38. N°: 2. p: 147.

(13).-Completar en capítulo 3, pregunta 7 y anexo II, pregunta

5.

(14).-Ver capítulo 2, pregunta 2.

(15).-Ver anexo I, pregunta 6 y anexo II, pregunta 5.

(16).-ETO, Hajime. Ob.Cit. p: 148.

(17).-ETO, Hajime. Ob.Cit. pp: 148 - 149.

(18).-ETO, Hajime. Ob.Cit. pp: 151 - 152.

(19).-ETO, Hajime. Ob.Cit. p: 152.

(20).-Resulta útil recordadr lo expuesto en el capítulo 3, pregunta 2.

(21).-ETO, Hajime. Ob.Cit. pp: 149-150.

(22).-Ver capítulo 12, punto 2.1 y 2.3.

(23).-DESCHAMPS, Jean-Philippe y NAYAK, P.Ranganath. Ob.Cit. p: 42.

(24).-Ver anexo III, punto 4.2.

(25).-DESCHAMPS, Jean-Philippe y NAYAK, P.Ranganath. Ob.Cit. p: 45.

(26).-DESCHAMPS, Jean-Philippe y NAYAK, P.Ranganath. Ob.Cit. p: 44.

CUARTA PARTE: SELECCION DE INVERSIONES DE I+D.

CAPITULO 14: El problema de la selección de proyectos - programas de I+D.

1.- EVIDENCIA DE LA ESCASA DIFUSION DE MODELOS DE SELECCION DE INVERSIONES EN I+D.

Reconociendo la selección de proyectos - programas de I+D como una faceta más de la asignación global de recursos en las organizaciones empresariales (1), podemos encontrar una serie de connotaciones propias para distanciarnos del esquema clásico de elección entre un conjunto de alternativas posibles sometidas a una restricción presupuestaria (2).

Entre estas connotaciones, destacaríamos en primer lugar el papel estratégico de la función de I+D (3) que actúa como condicionante de la rentabilidad futura (en particular en empresas o sectores tecnológicamente avanzados (4)), otorgando una importancia crítica a la selección de proyectos - programas de I+D de la cual carecen otro tipo de inversiones.

El punto anterior, se completa al considerar como las empresas con una gestión de I+D avanzada, pretenden, a través de su planificación y consecuentemente de su selección de proyectos - programas de I+D, determinar una "dirección óptima" de su función de I+D con su medio ambiente externo. Es decir, unir las tendencias tecnológicas del mercado, etc. con las capacidades y limitaciones internas (que no son únicamente presupuestarias), con los conflictos de intereses dentro de la organización, etc.(5).

Finalmente, el escenario de la selección de inversiones de I+D se complica como consecuencia de la no existencia de un principio absolutamente aceptado que permita comparar y clasificar los diversos proyectos - programas de I+D participantes, evaluando

los méritos individuales de cada uno por separado (6).

En este entorno de trabajo, no debe resultar extraño la escasa implantación de sistemas formales de selección de inversiones en I+D. Aunque, este hecho contrasta con la extendida idea que "...los sistemas de control en las empresas occidentales requieren un procedimiento formal, cuantitativo y multietapa para la evaluación de un proyecto, incluyendo una propuesta inicial, revisiones y reconsideraciones por parte de los mandos superiores" (7).

Esta ausencia de sistemas formales, ha merecido una atención que se puede desdoblar en dos posicionamientos: el formado por opiniones personales (8) y el basado en datos empíricos. Ambas posturas, reseñan el limitado grado de difusión de los procesos de selección formalizados. Así, Fernández Sánchez y Fernández Casariego (9) citan como en 1.974 sólo un tercio de 193 empresas analizadas declaraban el empleo de estos procesos. Los mismos autores, rebajan este porcentaje para el año 1.980 a partir de datos propiciados por otros estudios. En esta misma línea y a modo de ejemplo (10), se cifra en un 60% la proporción de empresas que utilizaban modelos de selección en el caso de proyectos relativos a "tecnologías avanzadas de fabricación" como el CAD-CAM, CAE, etc. Este porcentaje sorprende aún más porque se trata de tecnologías suficientemente probadas, con lo cual, se ignora gran parte del riesgo de este tipo de decisiones.

Influidos por este conjunto de dificultades, desde tribunas profesionales y académicas, se ha prodigado el desarrollo de modelos y procedimientos de selección de proyectos - programas de I+D (11). Nosotros, desde una posición revisionista de estos esfuerzos, nos centraremos en analizar los factores limitativos de la adopción de sistemas formales de selección de inversiones en I+D (capítulo actual) para luego, lanzar nuestra propuesta de sistematización de una metodología desde una posición lo más generalista e integradora posible (capítulos 15, 16, y 17).

2.-CLASIFICACION DE LAS LIMITACIONES PARA LA ADOPCION DE MODELOS FORMALES DE SELECCION DE INVERSIONES EN I+D.

En el sector privado, la I+D es una inversión que compite con otras oportunidades de inversión tales como la modernización de una planta industrial, publicidad, etc. para ejecutarse.

Este legítimo intento de equiparación, común en la realidad empresarial, ha propiciado un uso abusivo e indiscriminado de métodos de selección inicialmente concebidos para otros fines.

Esta forma de abordar el problema de la selección de proyectos - programas de I+D presenta numerosas limitaciones y debilidades siempre con cuatro orígenes conocidos:

- A) Las hipótesis de partida de los modelos de selección.
- B) Fallos de metodología de los modelos de selección.
- C) La organización interna de la empresa.
- D) La propia naturaleza de los proyectos - programas de I+D.

En muchas ocasiones, la presencia de estos factores limitativos se manifiesta en un doble ámbito; proyectos - programas de I+D, y con cualquier tipo de inversión.

Las consecuencias de esta falta de un modelo comúnmente aceptado, se centran en dos puntos de importancia vital desde la óptica empresarial:

- A) Rechazo de proyectos - programas de I+D potencialmente rentables o simplemente el abandono de estos cuando ya están parcialmente ejecutados (12).

B) Adecuación de la cartera de I+D a una posición cómoda centrada en el corto plazo donde es posible realizar estimaciones con cierta fiabilidad, quebrando con casi toda seguridad el desarrollo empresarial a medio y largo plazo (13).

A continuación, estudiamos por separado cada una de estas categorías siempre en el primero de los dos ámbitos referidos.

3.- LIMITACIONES POR LAS HIPOTESIS DE PARTIDA DE LOS MODELOS DE SELECCION.

En este análisis particular, pretendemos detectar la "falta de sensibilidad" de los modelos de selección de inversiones con aquellas particularidades propias de los proyectos - programas de I+D. La bibliografía consultada coincide en señalar los orígenes siguientes:

3.1.- Horizonte temporal.

Existe en los modelos de selección más empleados, una falta manifiesta de sensibilidad en la valoración de inversiones que como las de I+D, maduran a largo plazo (14). A partir de esta premisa, se puede afirmar que: (15)

"Las empresas caen en la trampa de invertir en aquellos pequeños proyectos que conduzcan a pequeñas mejoras incrementales, que generan beneficios a corto plazo fácilmente cuantificables y que dan lugar a valores actuales netos positivos. Estas pequeñas inversiones pueden consumir los fondos que de otro modo podrían destinarse a la adquisición de un proyecto de mayor envergadura y potenciales beneficios estratégicos que en el medio y largo plazo permitiría alcanzar un valor actual neto claramente superior al resultado de la suma de los reducidos valores proporcionados por el conjunto de pequeñas inversiones. Es relativamente fácil caer en esta trampa porque:

- La teoría convencional señala que se puede acometer cualquier proyecto con un valor actual neto positivo.

- Numerosas empresas, tiene fácil acceso a fondos limitados para efectuar inversiones menores, pero les es muy difícil obtener sumas cuantiosas de fondos.

- Las grandes inversiones requieren normalmente ser informadas por el conjunto de los departamentos de la organización, lo que lleva a que se soslaye su consideración bajo la excusa del enorme esfuerzo que conlleva la recogida de los informes.

- Las grandes inversiones pueden eliminar del escenario pequeñas inversiones incrementales que si bien no han generado ningún beneficio claro, interesan de manera especial a grupos de poder dentro de la empresa."

3.2.- Necesidades de información.

Como mínimo, un modelo de selección de inversiones debe proporcionar datos consistentes para poder tomar opiniones en firme (16). Esto requiere grandes cantidades de información de partida cuya consecución en el caso de los proyectos - programas de I+D, es particularmente difícil, sobre todo en sus primeros estados. Este "vacío informativo", se presenta en dos grandes bloques: (17)

A) En referencia al mercado hipotético.

B) En relación con la capacidad técnica para llevarse a cabo.

Pero, la necesidad de información se expresará en todo momento con lo cual, nos encontramos con el problema de la "incorporación de información relevante". Con esta expresión, nos referimos a la posible alteración o aparición de datos sustanciales durante

la ejecución del proyecto-programa de I+D. Cualquier modelo teórico debe poseer cierta sensibilidad para detectar e incorporar este fenómeno.

3.3.- Generación de beneficios intangibles.

Incluir en el marco teórico que sustenta los diferentes modelos de selección de inversiones los elementos intangibles que acompañan a una inversión o los beneficios de esta misma condición derivados, resulta prácticamente imposible. Sin embargo, estas dos características forman parte sustancial de cualquier proyecto - programa de I+D, con lo cual nos encontramos con una aparente incompatibilidad a la hora de evaluar inversiones en I+D.

A modo de resumen, las inversiones en I+D generan entre otros los siguientes beneficios intangibles: (18)

- A) Mejoras de la calidad de los productos, procesos, servicios, etc.
- B) Reducción de los ciclos de generación y producción de productos como consecuencia de sinergias de los equipos productivos, mejor programación, coordinación y control de las unidades de producción e I+D, etc.
- C) Flexibilidad de fabricación por una mayor capacidad de respuesta y adopción de las nuevas tecnologías, por el aumento de la uniformidad de los productos y por reducir el riesgo de obsolescencia.
- D) Mayor capacidad para entrar en nuevos mercados debida a un mayor fondo de comercio, mejor imagen de marca, adaptación a las exigencias de nuevos grupos de clientes y de la reducción de los ciclos creación de nuevos productos.

La cuestión inmediata es, sabiendo que "las inversiones de una

organización rentable deben ser justificadas" (19): ¿Cómo procederemos con estos beneficios (y por extensión con los elementos) intangibles?.

La respuesta, debe establecerse en dos direcciones:

A) Intentar convertirlos en tangibles (20): "Una gran parte de los beneficios intangibles puede ser cuantificada y "monetarizada", si bien es obvio que este proceso requiere un alto grado de integridad y un importante esfuerzo de seguimiento, que posibilite la obtención del nivel de rendimiento deseable."

B) Diseñar un modelo de selección que tenga en cuenta los intangibles (21): "El objetivo último es el de encontrar un método que tenga en cuenta los intangibles y sea capaz de convertirlos en tangibles."

El fracaso en este sentido tiene efectos perversos (22) en cuanto supone el otorgamiento de un valor cero a los intangibles con lo cual se transmite un retraso en la adopción de nuevas tecnologías y además no se tiene constancia de la consecución de este tipo de beneficios.

3.4.- El tratamiento e incorporación del fenómeno tecnológico.

Entre los principios asumidos por los métodos convencionales de selección de inversiones, se encuentran los definidores de un mercado de competencia perfecta (23) y en consecuencia un equilibrio tecnológico estable.

Por otro lado, conocemos como la tecnología evoluciona mediante "discontinuidades" (24) siendo uno de los objetivos prioritarios de toda inversión en I+D provocar estas rupturas.

Esta contradicción es insalvable para los modelos convencionales de selección de inversiones porque, como oportunamente se ha

señalado; "Las decisiones de inversión no están por más tiempo basadas en las tasas de retorno. Es más como un principio de "surfing": las olas de la innovación vienen una detrás de otra, y tú tienes que invertir, si dejas de hacerlo incluso en una sola, te quedarás abandonado en la cola" (25).

Quizás la expresión sintetizadora de esta incongruencia, sea la formulada por Scheneiderman desde su amplia experiencia en I+D (26):

"Los ejecutivos encuentran a los proyectos "I" (de investigación) los más difíciles de manejar. Puedes decir NO a los proyectos "I" y aceptar en un 90% de las veces. ¿Qué más pueden los mismos ejecutivos predecir con tanta precisión? Por supuesto, el otro 10% puede eventualmente aniquilar la empresa."

La no admisión, o no hacerlo en su justa medida, del fenómeno tecnológico asociado a las inversiones en I+D, por parte de los modelos convencionales de selección de I+D conlleva a las empresas al planteamiento, desarrollo y ejecución de estrategias miopes y equivocadas. Este es el motivo aducido por ciertos autores para incluir una primera etapa en todo proyecto - programa de I+D que denominaríamos de adecuación estratégica (27) (expuesto en el capítulo 15, pregunta 7) que servirá como test fundamental y anterior a cualquier aplicación de modelos de selección de inversiones de I+D.

3.5.- El "retraso" en la toma de decisiones de inversión.

La mayoría de modelos de selección, se construyen bajo un supuesto de "ahora o nunca", o de otra forma, la inversión tiene carácter inmediato. No se asume pues la posibilidad de retrasar la inversión. Con ello, se limita la posibilidad de incorporar información relevante durante la ejecución del proyecto-programa de I+D.

3.6.-Incertidumbre sobre el coste final del proyecto-programa de I+D.

"La mayoría de los proyectos de I+D incluyen una elevada incertidumbre acerca de su coste" (28). Esta nueva fuente de incertidumbre, tiene los mismos efectos que la asociada a la generación de los flujos de caja (29) y como tal exige su consideración.

Con este nuevo factor, las reglas de selección de proyectos-programas de I+D quedan alteradas en el siguiente sentido; "...un proyecto puede tener un coste esperado que hace su VAN negativo, pero sí la varianza del coste, es lo suficientemente alta podría tener sentido económico comenzar la inversión. La razón es que invirtiendo se genera información sobre el coste y de esta forma sobre los beneficios esperados de seguir invirtiendo" (30).

Este distanciamiento del planteamiento convencional de selección de inversiones nos induce a introducir nuevos enfoques sensibles a esta incertidumbre.

4.- LIMITACIONES POR FALLOS DE LA METODOLOGIA DE LOS MODELOS DE SELECCION.

Hay que reconocer que en el "cómo se aplican" los métodos de selección de inversiones aparecen nuevas dificultades. Las mismas, no hacen más que aumentar las posibilidades de error en la evaluación de los proyectos - programas de I+D. Existe un gran consenso, sobre las fuentes de estos errores:

4.1.- Responsables del análisis y selección de las alternativas.

Los proyectos - programas de I+D integran los intereses, aspiraciones y objetivos de diferentes áreas empresariales; desde la dirección general, hasta los departamentos de producción o marketing. A nivel organizativo, esta situación puede provocar

la penalización de determinados proyectos - programas de I+D por dos razones fundamentales:

A) Existencia de "conflictos de intereses" entre las divisiones o departamentos (31).

B) Sistemas de aprobación de inversiones que dan lugar al ocultamiento o falseamiento de datos en pos de una autorización que de otro modo no llegaría.

Las personas elegidas para realizar el proceso de selección de inversiones de I+D no escapan de esta operatoria y por tanto se ven obligados a "negociaciones" interdepartamentales o divisionales o a "maniobras" extrañas para consensuar la composición de la cartera de I+D.

Por este motivo, se puede inducir en los sistemas formales de evaluación un alto grado de subjetividad siendo sus resultados contruidos desde "atrás hacia delante": Aprobada por todas las partes en conflictos, la composición de la cartera de I+D, se procede a justificar la misma mediante el modelo de selección y conseguir así la aprobación (32).

4.2.- El "efecto experiencia".

Al igual que el resto de actividades relacionadas con el conocimiento humano, las inversiones en I+D requieren:

A) Un período de aprendizaje (33) por parte de los promotores del proyecto - programa de I+D, del mercado con respecto a la innovación tecnológica conseguida, etc.

B) Un necesario y efectivo entrenamiento, y formación del personal (34).

C) Un conjunto de experiencias pasadas, de errores cometidos, de sugerencias de clientes y proveedores, etc.

(35).

D) Una metodología de "prueba y error": "Dado el alto grado de incertidumbre, el sistema de prueba y error es inevitable en el desarrollo e implementación de innovaciones" (36).

Conjuntamente, todos estos factores proporcionan un entorno a los modelos formales de selección de inversiones en I+D, que debe ser tenido en cuenta a la hora de ser aplicados. De este modo, un proyecto - programa de I+D con un resultado superior a otro mediante un modelo de selección implementado, podría ser rechazado argumentando el "efecto experiencia" del sistema de I+D en ese tipo de proyectos - programas.

4.3.- Dificultades prácticas de aplicación.

Aunque cada modalidad de modelo de selección (37) presenta unas carencias propias, las críticas más extendidas hacen referencia a los métodos basados en el descuento de flujos de caja. A nuestro juicio, las más interesantes son:

4.3.1.- Empleo de las tasas de descuento adecuadas: A modo de ejemplo, (38) en los Estados Unidos ha sido común el empleo de tasas de descuentos entre el 15% y el 20% mientras que ciertos estudios tras analizar el coste de capital medio ponderado y los riesgos asociados, cifran como más apropiadas tasas del 8 - 10% en inversiones de carácter tecnológico.

Esta política de hinchar las tasas de descuentos, responde (39) "al deseo de una mayor cobertura frente al riesgo" con lo cual se penalizan proyectos de inversión que como los de I+D, la rentabilidad crece a medida que lo hace el plazo de tiempo.

Una pretendida solución a esta práctica propone determinar

las tasa de descuentos para inversiones del tipo de I+D estimando: (40)

"- El coste de capital de sus principales competidores.

- El coste de capital que habrá de afrontar en el futuro si sus competidores adquieren la nueva tecnología.

- Capacidad futura de negociación del coste de capital tras efectuar la inversión en nueva tecnología."

4.3.2.- Coherencia de datos: En el seno de una empresa, existe un conflicto latente entre políticas generales y excepcionales. La selección de inversiones en I+D, padece esta competencia en tres formas:

A) No actualización de los datos necesarios. El desfase temporal entre datos disponibles y la realidad socio-económica se ha convertido en una de las causas más importantes de fallos en modelos de selección de inversiones (41).

B) Empleo de diferentes fuentes de información o datos para distintas estructuras organizativas (divisiones y departamentos) de una misma empresa (42).

C) Utilización de información generalista, no segmentada o seleccionada en función de su posterior uso (43).

4.3.3.- Hipótesis de reinversión: Los métodos basados en el descuento de flujos de caja (VAN y TIR) aceptan implícitamente la reinversión de los mismos a una tasa igual a la rentabilidad interna del proyecto. Esta presunción, ha sido duramente criticada tanto en la

consideración de las inversiones en sentido generalista (44) como restringido a ámbitos propios de la función de I+D (45).

4.3.4.- Dificultad de adaptación a las particularidades de un proyecto - programa de I+D: Dejando al margen las consideraciones que se hacen en la pregunta seis de este capítulo, resulta evidente una relación directa e inversa entre el grado de innovación y el de adaptación de los modelos de selección. Esta limitación, resulta más evidente en aquellos proyectos - programas de I+D de descubrimiento de un nuevo producto los cuales, como se ha demostrado (46), provocan con su introducción en el mercado una alteración sustancial en el riesgo financiero o coste del capital de la compañía que además tiene su contrapartida en los flujos de caja generados.

Otro aspecto donde centrar nuestro interés son los problemas derivados de una consideración global del proyecto - programa de I+D (en sus dos fases), con el desarrollo de diversas generaciones de plataformas y de multitud de versiones a través de proyectos derivados. Con casi toda seguridad, esta situación se refleja en los flujos de caja estimados porque cambiarán frecuentemente de signo debido a las nuevas necesidades de inversión. Esto incapacita a sistemas como el TIR a evaluar proyectos - programas de I+D porque desde esta perspectiva se pueden considerar como "inversiones no simples".

4.3.5.- Incapacidad de los modelos para reconocer la importancia estratégica de los proyectos - programas de I+D: Por sus objetivos; mayoritariamente de naturaleza estratégica, los proyectos - programas de I+D están penalizados en muchos modelos de selección de inversiones porque esta faceta es difícil de evaluar. Esta limitación se hace todavía más patente cuando la innovación tecnológica que se pretende debe ser puesta en relación con

el entorno competitivo de la empresa (47). Y, como consecuencia, las composiciones de las carteras de I+D, no reflejan una adecuada combinación en cuanto a escala y flexibilidad de proyectos-programas de I+D.

5.- LIMITACIONES CON ORIGEN EN LA PROPIA ORGANIZACION.

Con la designación "barrera interdepartamental", pretendemos reflejar el conjunto de conflictos potenciales o reales que aparecen entre los diferentes órganos empresariales implicados en I+D a saber: Dirección general, Marketing - Comercial, Producción, Finanzas y por supuesto el propio departamento de I+D (48).

A pesar que las "barreras interdepartamentales" superan con creces el ámbito de la selección de inversiones en I+D (49), es en esta temática donde se manifiesta con mayor crudeza.

Los modelos formales de selección de inversiones en I+D están afectados por esta circunstancia de tal forma que puedan llegar a las situaciones extremas de:

A) Rebatir y discutir todo tipo de propuesta que no ampare la totalidad de aspiraciones de alguno de los "grupos de interés", de tal manera que los procesos de selección en I+D se hagan totalmente inviables.

B) Tendencia al "inhibismo" y "victimismo" por determinados departamentos cuando son excluidos del sistema de selección. El resultado, es una falta de interés en la ejecución del proyecto - programa de I+D, que cuestionará las propuestas proporcionadas por el proceso de selección.

Las situaciones intermedias también son proclives a las "decisiones salomónicas" de imponer unos criterios de selección beneficiando al menos sobre el papel a unas partes implicadas frente a otras. Este agravante, condena la implantación de

modelos formales de selección fomentadores de la participación activa de los implicados al fracaso.

6.- LIMITACIONES POR LA PROPIA NATURALEZA DE LOS PROYECTOS - PROGRAMAS DE I+D.

De la segunda parte de la tesis, extraemos las siguientes características, con la pretensión de mostrar como no suelen estar contempladas en los modelos de selección :

6.1.- Clasificación de los proyectos - programas de I+D.

Sí se han establecido categorías de proyectos - programas de I+D mutuamente excluyentes, su valoración y evaluación exige como primera condición distinguir en que clases se encuentra cada uno de los candidatos. Se pretende así, garantizar la consistencia necesaria que debe tener todo modelo de selección, porque la práctica, objetivos, horizonte, riesgos, etc, difieren notablemente de un tipo a otro.

No pretendemos establecer (aunque coyunturalmente podría hacerse) un criterio de selección por cada categoría, por ejemplo un modelo para plataformas, otro para derivados, etc. si no considerar de una forma equitativa la relación recursos invertidos, riesgos asumidos y beneficios potenciales de cada proyecto - programa alternativo.

Por otro lado, no se puede olvidar las importantes consecuencias que el grado de innovación ocasiona en el devenir de cada proyecto - programa de I+D (50).

6.2.- Presencia de elementos intangibles en la composición de los proyectos - programas de I+D.

Una primera aproximación a esta cuestión ha sido expuesta en la pregunta tres de este capítulo (aunque centrada en los beneficios intangibles). Con aquellos elementos inmateriales e inherentes

a un proyecto - programa de I+D debemos proceder de una forma similar; intentando cuantificarlos por un lado, y diseñando modelos de selección que los tengan en cuenta (51).

6.3.- Generación de opciones por los proyectos - programas de I+D.

Un sistema formal de selección de inversiones en I+D, debe tener la suficiente sensibilidad para detectar y evaluar el "componente opción" de cada proyecto - programa de I+D. En esta circunstancia, no tiene cabida el criterio tradicional de prudencia valorativa pues nos conduciría a decisiones de infravaloración o rechazo con importantes perjuicios económicos. El mismo razonamiento puede emplearse en sentido inverso; no podemos permitir que el "componente opción" sea aquel factor con mayor peso específico a la hora de construir un modelo de selección.

El procedimiento a ejecutar en el seno del modelo, queda esquematizado a continuación: (52)

A) Identificar las posibles opciones incrementales y flexibles.

B) Análisis de la incertidumbre medioambiental.

C) Valorar de forma subjetiva pero bien informada, las opciones del proyecto - programa de I+D. Por desgracia, la teoría de fijación de precios de las opciones no ofrece una respuesta a nuestra situación.

Esto mismo es aplicable a los "beneficios inducidos" en la economía de una zona por la ejecución de proyectos - programas de I+D (53).

6.4.- Problemas legales derivados del sistema de patentes.

La propiedad de una innovación, queda amparada por este sistema de protección jurídica, que presenta una doble lectura; grado efectivo de garantía legal y posibilidad de litigio. Cualquiera de estos dos aspectos, trastoca muchas de las características de los proyectos - programas de I+D inmerso en una selección. Por ejemplo, el presupuesto destinado a una alternativa sufrirá alteraciones inmensas en cada uno de los supuestos siguientes; protección de la patente débil, fuerte o simplemente incurrir en un litigio por apropiación de los derechos (54).

6.5.- Valor residual de un proyecto - programas de I+D.

Desde una concepción financiera del tratamiento de la selección de inversiones, el valor residual es un elemento clave para determinar lo apropiado o no de una inversión. Conociendo las particularidades del valor residual en el caso de un proyecto - programa de I+D, podemos relativizar su importancia para decidir la conveniencia o no de una inversión en I+D (55).

6.6.- Los recursos complementarios necesarios de un proyecto - programa de I+D.

Los recursos complementarios son una condición necesaria para asegurar el éxito de un proyecto - programa de I+D. Por ello, deben planificarse, presupuestarse, etc. desde un primer momento para que puedan ser incorporados adecuadamente al proceso de selección como un elemento más de cada candidato (56).

7.- REQUISITOS A CUMPLIR POR UN MODELO TEORICO DE SELECCION DE INVERSIONES EN I+D.

Después de esta descripción de las limitaciones en las posibilidades de aplicación de los modelos convencionales de selección de inversiones al ámbito de I+D, "la cuestión que permanece es si la falta de uso es debido a las deficiencias de los modelos o a la forma en que estos son incorporados en las organizaciones" (57).

Ambas fuentes de problemas potenciales nos proporcionan una serie de argumentos rectores de cualquier proceso de selección de proyectos - programas de I+D con unas mínimas garantías de efectividad. Entre estos principios destacaríamos:

A) Adecuación de los resultados previstos del proyecto - programa de I+D a la estrategia competitiva (58).

B) Apoyo a los objetivos comerciales, especialmente a la resolución de problemas de los clientes (59).

C) Potenciar la continua actualización tecnológica y la consecución de posibles ventajas en este terreno (60).

D) Profundizar en el contenido de los proyectos - programas de I+D, desarrollando todas sus posibilidades hasta el máximo, con el objetivo de reducir significativamente la incertidumbre o riesgo asociado.

E) Buscar la coherencia interna de la cartera de I+D logrando una mayor efectividad en la asignación de recursos, trasladando este mejor aprovechamiento de las capacidades de I+D hacia una mayor rentabilidad.

F) Favorecer una reducción de los tiempos empleados en lanzar un nuevo producto o en la adopción de un nuevo proceso.

Contemplando un proyecto - programa de I+D desde estas bases, nos permitiría "la aceptación de un proyecto de alto riesgo a pesar de su VAN negativo" (61) proporcionando a la teoría financiera una cierta flexibilidad, necesaria para tratar con este tipo de inversiones.

Una última apreciación, es necesario relativizar la importancia que supone la no existencia de un modelo universal de selección de inversiones en I+D en tres direcciones:

A) Tamaño de la empresa: Como se expuso el capítulo 3, pregunta 4, las empresas pequeñas por lo limitado de sus recursos, asumen esta carencia sin inmutarse. Por el contrario, las grandes compañías diseñan sistemas ad-hoc para suplir esta falta.

B) Sector de la actividad: En ese mismo capítulo (pregunta 2) se cita la necesidad de valorar la diferenciación sectorial siempre que nos movemos en el entorno de I+D. A este respecto, ocurre otro tanto, en aquellos sectores con posibilidades ciertas de "reconversión" o rediseño de proyectos - programas de I+D. La falta de un modelo de selección aceptado, es menos sentida que en aquellos otros donde no es posible la "vuelta atrás".

C) Intuición y experiencia directiva: La toma de decisiones en el marco conceptual de un proyecto - programa de I+D y sustentada en la intuición y experiencia directiva (62) no tiene porqué considerarse algo irracional. Esta metodología, implica el conocimiento del sector y del negocio además de las condiciones favorables del entorno para la realización de inversiones en I+D.

Esta forma de actuación alcanza su máxima expresión cuando se enfrenta con lo "incuantificable" como las opciones, elemento y beneficios intangibles, etc. donde a menudo se convierte en la única forma de proceder.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 14:

(1).-HALL, David L. y NAUDA, Alexander. "An interactive Approach for Selecting IR&D Projects." IEEE Transactions on Engineering Management. Mayo 1.990. Vol: 37. N°: 2. p: 129.

(2).-"Así, en ausencia de restricciones presupuestarias, todos los proyectos deben ser a priori elegibles. Sin embargo, la existencia de restricciones presupuestarias fuerza la selección."

ORAL, Muhittin; KETTANI, Ossama y LANG, Pascal. "A Methodology for Collective Evaluation and Selection of Industrial R&D Projects." Management Science. Julio 1.991. Vol: 37. N°: 7. p: 875.

(3).-El papel estratégico de I+D aparece en el capítulo 2.

(4).-"La selección de proyectos de I+D es una area crítica de los presupuestos de capital (Capital Budgeting) para las empresas tecnológicamente orientadas (...)"

SCHMIDT, Robert y FREELAND, James R. "Recent Progress in Modeling R&D Project - Selection Processes." IEEE Transactions on Engineering Management. Mayo 1.992. Vol: 39. N°: 2. p: 185.

(5).-HALL, David L. y NAUDA, Alexander. Ob.Cit. p: 129.

(6).-ORAL, Muhittin; KETTANI, Ossama y LANG, Pascal. Ob.Cit. p: 875.

(7).-SHARP, David J. "Uncovering the Hidden Value in High - Risk Investments." Sloan Management Review. Verano 1.991. Vol: 32. N°: 4. p: 69.

(8).-"En las empresas pequeñas la selección de proyectos se debe más al instinto técnico, y menos al análisis del mercado, que en las grandes empresas. Quizás porque una evaluación detallada de la demanda por ejemplo, a través de una investigación de mercado resulta muy costosa."

FERNANDEZ SANCHEZ, E. Y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. "Manual de dirección estratégica de la tecnología." Ariel. Barcelona 1.988. p: 136.

(9).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. Y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. Ob.Cit. p: 136.

(10).-SHANK, John K. Y GOVINDARAJAN, Vijay. "Strategic Cost Analysis of Technological Investments." Sloan Management Review. Otoño 1.992. Vol: 34. N°: 1. p: 39.

(11).-Esta opinión es manifestada por:

ALBALA, Américo. "Método por etapas para la evaluación y selección de proyectos de investigación y desarrollo (I+D)."

Publicado en:

ESCORSA, Pere. "La gestión de la empresa de alta tecnología." Ariel. Barcelona 1.991. p: 149.

Los intentos por inventariar estos métodos, puede ser encontrado en las referencias del capítulo 16, pregunta 2 y 3.

(12).-Este hecho ha sido manifestado por multitud de autores. Entre otros:

SHARP, David J. Ob.Cit. p: 69.

DEVINNEY, Timothy M. "New Products and Financial Risk Changes." The Journal of Product Innovation Management. Septiembre 1.993. Vol: 9. N°: 3. p: 223.

(13).-"Las carteras de I+D de las empresas americanas incluyen una proporción menor de proyectos a largo plazo que las de las empresas europeas o japonesas."

PORTER, Michael E. "Capital Disadvantage: America's Failing Capital Investment System." Harvard Business Review. Septiembre - Octubre 1.992. Vol: 70. N°: 5.

(14).-SHANK, John K. Y GOVINDARAJAN, Vijay. Ob.Cit. p: 39.

(15).-CAMINO BLASCO, David y ALVAREZ GIL, María José. "Nuevas tecnologías: Nuevos horizontes en la valoración de inversiones." Ponencia presentada en el VIII Congreso Nacional y IV Hispano - francés de AEDEM (Asociación Europea de Dirección y Economía de Empresa). Editada por: Ricardo M^a Hernández Mogollón. Cáceres. 1.994. p: 557.

(16).-HALL, David L. y NAUDA, Alexander. Ob.Cit.

(17).-ROUSSEL, Philip A.; SAAD, Kamal N. y otro. "Tercera generación de I+D." Mc Graw-Hill. Madrid 1.991. pp: 33 y 97.

Sobre el coste de revelar información, en las actividades de I+D, se puede consultar el capítulo 7, punto 4.1.

(18).-Esta recopilación está realizada a partir de:

NOORIE, H. "Managing the Dynamics of New Technology: Issues in Manufacturing Management." Prentice-Hall. Englewood Cliffs (NJ). p: 205.

Citado por: CAMINO BLASCO, David y ALVAREZ GIL, María José. Ob.Cit. p: 553.

SHANK, John K. Y GOVINDARAJAN, Vijay. Ob.Cit. p: 41.

(19).-CAMINO BLASCO, David y ALVAREZ GIL, María José. Ob.Cit. p: 554.

(20).-CAMINO BLASCO, David y ALVAREZ GIL, María José. Ob.Cit. p: 554.

(21).-CAMINO BLASCO, David y ALVAREZ GIL, María José. Ob.Cit. p: 554.

(22).-KAPLAN, R.S. "Yesterday's Accounting Undermines Production." Harvard Business Review. Julio - Agosto 1.984. Vol: 62. Nº: 4. pp: 95 - 101.

Citado por: CAMINO BLASCO, David y ALVAREZ GIL, María José. Ob.Cit. p: 554.

(23).-BREALEY, Richard y MYERS, Stewart. "Fundamentos de financiación empresarial." Mc Graw-Hill. Madrid 1.988. p: 23.

(24).-Ver anexo I, pregunta 3.

(25).-KODAMA, Fumio. "Technology Fusion and the New R&D." Harvard Business Review. Julio - Agosto 1.992. Vol: 70. Nº: 4. p: 73.

(26).-SCHENEIDERMAN, Howard A. "Managing R&D: A perspective From the Top." Sloan Management Review. Verano 1.991. Vol: 32. Nº: 4. p: 55.

(27).- En cuanto a las "estrategias miopes":

PAVITT, Keith. "What We Know About the Strategic Management of Technology." California Management Review. Primavera 1.990. Vol: 32. Nº: 3. p: 25.

En cuanto a la etapa de "adecuación estratégica":

BREALEY, Richard y MYERS, Stewart. Ob.Cit. p: 157.

Capítulo 15, pregunta 7.

(28).-DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. "Investment under Uncertainty". Princeton 1.994. p: 47.

(29).-DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. Ob.Cit. p: 48.

(30).-DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. Ob.Cit. p: 48.

(31).-Ver la idea de "barrera interdepartamental" en la pregunta 5 de este mismo capítulo.

(32).-BARCELO ROCA, Miquel. "Innovación tecnológica en la industria. Una perspectiva española." BETA Editorial, S.A. Barcelona 1.994. p: 43.

(33).-EDEN, Y. y RONEN, B. "The Declining-price Paradox of New Technologies." OMEGA International Journal of Management Science. Mayo 1.993. Vol: 21. Nº: 3. p: 349.

(34).-PAVITT, Keith. Ob.Cit. p: 22.

(35).-PAVITT, Keith. Ob.Cit. p: 22.

(36).-PAVITT, Keith. Ob.Cit. p: 22.

(37).-Ver capítulo 16, punto 2.2.

(38).-SHANK, John K. Y GOVINDARAJAN, Vijay. Ob.Cit. p: 40.

Este aspecto también es contemplado en: DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. Ob.Cit. p: 6.

(39).-CAMINO BLASCO, David y ALVAREZ GIL, María José. Ob.Cit. p: 555.

(40).-CAMINO BLASCO, David y ALVAREZ GIL, María José. Ob.Cit. p: 556.

(41).-DHEBAR, Anirudh. "Managing the Quality of Quantitative Analysis." Sloan Management Review. Vol: 34. N°: 2. p: 69.

(42).-DHEBAR, Anirudh. Ob.Cit. p: 69.

(43).-DEVINNEY, Timothy M. Ob.Cit. p: 222.

(44).-GONZALEZ NUÑEZ, José Luis."Los criterios de selección de inversiones VAN y TRI en relación a la tasa de reinversión y a la existencia de una tasa de Fisher." Actualidad Financiera. 3 - 9 de Mayo de 1.993. N°: 18. p: F - 121.

(45).-SHANK, John K. Y GOVINDARAJAN, Vijay. Ob.Cit. pp: 40 - 41.

(46).-DEVINNEY, Timothy M. Ob.Cit. pp: 222 - 231.

(47).-CAMINO BLASCO, David y ALVAREZ GIL, María José. Ob.Cit. p: 553.

ALVAREZ GIL, María José."La evaluación y selección de proyectos de inversión en tecnologías avanzadas de fabricación (AMT): Tendencias recientes y propuesta de una metodología." Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa. Diciembre 1.992. Vol: 1. N°: 3. p: 41.

(48).-El capítulo 5, punto 3.2.2 ofrece un modelo de asignación de responsabilidades interdepartamentales.

(49).-En este sentido, se puede consultar:

SHAKLIN, William L. y RYANS, John K. Jr."¿Cómo organizar el marketing de la alta tecnología?"

Publicado en:

ESCORSA, Pere. Ob.Cit. pp: 245 - 258.

ROUSSEL, Philip A.; SAAD, Kamal N. y otro. Ob.Cit. pp: 160 - 161.

(50).-Consultar capítulo 4, pregunta 4.

(51).-Completar en el capítulo 6, punto 6.1.

(52).-SHARP, David J. Ob.Cit. pp: 72-74.

Su afirmación que "la teoría de fijación de precios de las opciones no ofrece una respuesta a nuestra situación", es relativizada en el capítulo 16.

(53).-Este concepto, aparece definido en el capítulo 3, pregunta 6 y también se cita en el capítulo 6, punto 6.2.

(54).-Completar en el capítulo 6, punto 8.1 y en anexo II, pregunta 7.

(55).-Ver capítulo 6, punto 8.2.

(56).-Consultar capítulo 6, punto 8.3.

(57).-SCHMIDT, Robert y FREELAND, James R. Ob.Cit.

(58).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. Y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. Ob.Cit. p: 136.

(59).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. Y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. Ob.Cit. p: 136.

(60).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. Y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. Ob.Cit. p: 136.

(61).-SHARP, David J. Ob.Cit. p: 70.

(62).-Se puede ver incluida esta circunstancia en:

CAMINO BLASCO, David y ALVAREZ GIL, María José. Ob.Cit. p: 557.

SHARP, David J. Ob.Cit. pp: 72 - 74.

CAPITULO 15: Marco general para una propuesta de sistematización de la selección de proyectos y programas de I+D.

1.- PLANTEAMIENTO INICIAL.

Nuestra intención es proponer un "modelo integral" que responda a la complejidad de las grandes organizaciones de I+D, (por ejemplo, grandes multinacionales o agencias estatales). Para situaciones más simples, nuestra propuesta se verá reducida y adaptada a cada situación particular.

El argumento principal de nuestra proposición es que "en cualquier organización de I+D bien dirigida desde el punto de vista estratégico, había y debería haber, más conceptos de proyectos de los que la empresa pueda permitirse emprender" (1). Tras esta cita, se esconde la necesidad de forzar a los directivos a una elección del mejor conjunto de proyectos y programas de I+D acordes con la estrategia y recursos de la empresa (2).

Estos supuestos de partida, implican una separación conceptual de la idea de "criba" asociada tradicionalmente a los modelos de selección de inversiones en I+D. Nosotros, pretendemos acercarnos hacia una concepción que podríamos definir como de "convergencia". Esta postura en su forma más resumida, estaría idealizada gráficamente por un "embudo" entendiendo por tal:

"Una estructura gráfica para considerar sobre la generación e investigación de opciones alternativas de desarrollo" (3).

Metafóricamente, diseñar un proceso de selección como si fuese un "embudo" presupone un funcionamiento del mismo como queda descrito a continuación:

"Un gran número de ideas de diferentes productos y procesos entran en el "embudo" para ser investigados, pero solamente una fracción de ellos llegará a formar parte de pleno derecho de un proyecto que se llevará a la práctica. Aquellas que lo logren, son examinadas cuidadosamente antes de entrar en el "cuello estrecho del embudo" a partir de donde, grandes cantidades de recursos son empleados en transformarlas en productos comerciales y/o procesos" (4).

En estos mismos términos, se expresan otros autores: (5)

"(El proceso de selección de inversiones en I+D) se puede comparar con un "embudo" de boca muy ancha de modo que anima la mayor creatividad en la generación y gestación de la idea, pero que las somete a una serie de cribas para incrementar la probabilidad de que las ideas que salgan del cribado sean las que sirvan de manera más eficaz a la estrategia del negocio."

En consecuencia, y a partir de lo expuesto, proponemos un proceso de análisis y selección multi-etapa, cada una de las cuales será identificada con una parte o punto de un "embudo imaginario" al objeto de facilitar la comprensión del funcionamiento y propiciar las conclusiones y aplicaciones del modelo. A nivel práctico, este razonamiento ha sido empleado repetidamente como herramienta de diagnóstico durante auditorías tecnológicas o trabajos de consultoría (6) lo cual puede avalar a priori el planteamiento inicial de nuestra propuesta.

2.- DESCRIPCION DEL PERFIL DEL DECISOR Y DE LA METODOLOGIA DE TOMA DE DECISIONES.

Para evitar entre otros, los problemas descritos como "barreras departamentales" en el capítulo 14, pregunta 5, creemos que la vía más adecuada para canalizar las decisiones de evaluación y selección de I+D es mediante la composición de un comité multidisciplinar donde estén representadas todas las partes implicadas.

La importancia de sus decisiones, en lo que a la evaluación de proyectos y programas de I+D candidatos, se fundamenta en el consenso. Esta autoridad se diluye progresivamente en sucesivas etapas (sobre todo en la ejecución técnica y comercial) a favor de la figura del "jefe del proyecto" quien es el auténtico gestor del proyecto-programa de I+D (puede coincidir con el promotor inicial). La designación del "jefe del proyecto" es una atribución del comité multidisciplinar.

El acuerdo a alcanzar en el interior de este comité, no se garantiza con una adecuada representación de los diferentes departamentos interesados en I+D. Además, es necesario diseñar un sistema de toma de decisiones objetivo y colegiado que haga viable alcanzar acuerdos de inversión en I+D.

Con este propósito, consideramos como un vehículo eficaz el "método de las puntuaciones" propuesto por los "scoring models" (7). En ellos se establece el otorgamiento de puntos (por parte de los miembros del comité) a diversos criterios, factores, etc. y el establecimiento de umbrales mínimos de puntuación para la continuación en las etapas siguientes del proceso de selección. El propio diseño del método, deja abierta la posibilidad a la revisión futura de proyectos-programas de I+D, en concreto cuando se produce algún cambio en los factores considerados, y en consecuencia a la re-evaluación de los mismos con la consiguiente decisión de aceptación o rechazo (8).

3.-ESQUEMA GENERAL DE NUESTRA PROPUESTA.

Diseñado y descrito en la pregunta anterior el mecanismo de avance entre las etapas de nuestra propuesta para la selección de inversiones de I+D, creemos necesario conocer la totalidad de estas antes de proceder al análisis detallado de cada una de ellas. Así, nuestra proposición se compone de:

- A) Primera etapa: Elección del escenario. Delimitará el contexto competitivo bajo el cual los proyectos-programas

de I+D concurrirán para su selección.

B) Segunda etapa: Definición y descripción de los proyectos-programas de I+D candidatos. Supone la descripción por extensión de las particularidades y singularidades definitorias de cada proyecto-programa de I+D.

C) Tercera etapa: Fijación de los criterios instrumentales de la selección. Atenderá a establecer un conjunto de parámetros con el mayor nivel de objetividad posible, bajo los cuales tendrá lugar la aplicación efectiva de los mecanismos de selección.

Al final de estos tres primeros eslabones de nuestra propuesta desarrolladas por el comité multidisciplinar mediante una sucesión de puntuaciones, debemos estar en condiciones de proporcionar la siguiente información sobre todos y cada uno de los proyectos-programas de I+D candidatos: (9)

A) Probabilidad "a priori" de éxito (técnico y comercial).

B) Fecha posible de terminación de todas y cada una de las etapas del proceso de selección así como de los propios proyectos-programas de I+D.

C) Una estimación del conocimiento-innovación que podrá ser alcanzado por cada uno de los proyectos-programas de I+D candidatos.

En adición a estos tres resultados, una vez transcurridas estas tres primeras etapas, deberíamos ser capaces de trazar con cierta precisión las relaciones de sustitución, complementariedad y preminencia entre los participantes a formar parte de la cartera final de I+D (10).

Después de esta iniciación, es posible hablar estrictamente de

selección formal de I+D mediante el desarrollo de dos etapas más (ocasionalmente pueden ser agrupadas en una única "macroetapa").

D) Cuarta etapa: Test de adecuación estratégica y de capacidad financiera. Conocida la importancia estratégica de la función de I+D, debe ser valorada en cada uno de los proyectos-programas de I+D objeto de análisis, su contribución al cumplimiento de los objetivos estratégicos. De forma conjunta, debe estudiarse las posibilidades reales y alternativas de la empresa u organismo promotor para financiar las dos fases de cada proyecto-programa de I+D necesarias para alcanzar la innovación tecnológica deseada.

E) Quinta etapa: Aplicación de métodos cuantitativos. Constituye el "momento de la verdad" para aquellos candidatos que hayan superado con éxito el test anterior. Cualquier actuación en esta etapa, debe estar presidida por un principio de prudencia pues los métodos cuantitativos de selección de inversiones de I+D, no escapan de ciertas limitaciones particulares (a ellas hemos dedicado el capítulo 14). En un intento de minimizarlos, proponemos el diseño de una técnica mixta. Por sus especiales circunstancias, el contenido de esta quinta etapa, se recoge en el capítulo 16.

Después de estas dos etapas últimas se debe producir una de las decisiones siguientes:

A) Inclusión de un proyecto-programa de I+D en la cartera de I+D y la ejecución del mismo.

B) Rechazo del proyecto-programa de I+D sin posibilidad de revisión por la realimentación del sistema.

C) Aceptación condicionada a revisiones posteriores de ciertos factores.

Estas decisiones, justifican la presencia de una sexta etapa necesaria para cerrar el "circuito" de la selección de inversiones de I+D:

F) Sexta etapa: Revisiones periódicas (realimentación). Establece las necesarias reconsideraciones tanto ordinarias como extraordinarias de aquellos proyectos-programas de I+D en "lista de espera". Abarca un examen bajo nuevos parámetros y en relación con proyectos candidatos inéditos y de nuevas oportunidades estratégicas.

Acudiendo al símil gráfico ("embudo") aludido en la pregunta anterior, podemos representar el proceso descrito como se presenta en el cuadro n°15.1.

4.- CONTENIDO DE LA PRIMERA ETAPA: ELECCION DE UN ESCENARIO.

El primer inconveniente encontrado para elaborar esta propuesta, ha sido el número de proyectos-programas de I+D candidatos en el proceso de selección. A este respecto, en investigaciones previas se ha diferenciado tres tipos de posibles escenarios: (11)

A) Proyecto individual: Una única innovación es considerada.

B) Proyectos en secuencia: Se parte de un conjunto de innovaciones pero en cada momento del tiempo se considera una.

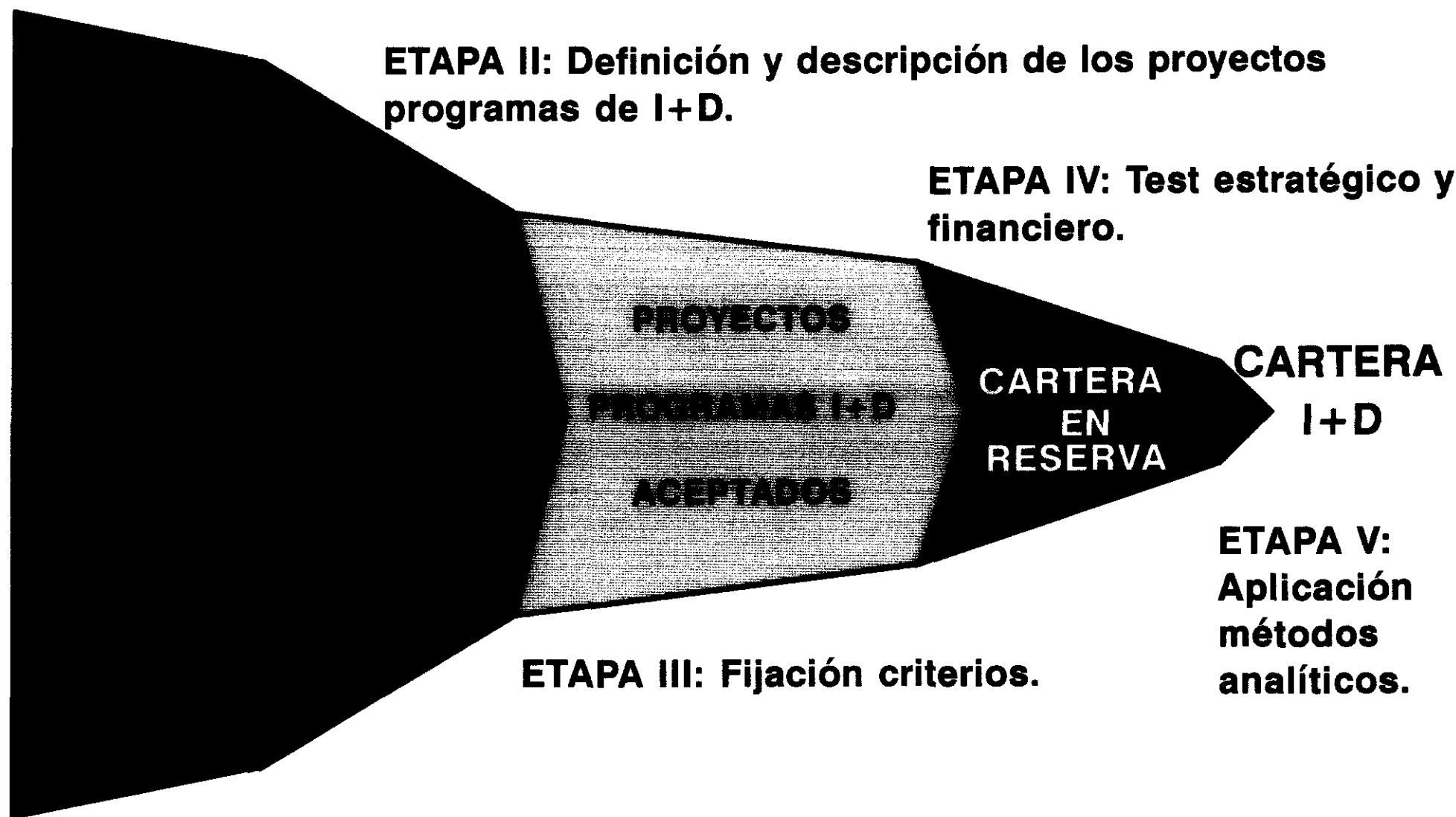
C) Cartera de proyectos: Dos o más innovaciones son consideradas simultáneamente. Esta es la opción sobre la que desarrollamos nuestra propuesta. Las otras dos se pueden considerar aplicaciones más sencillas de esta.

La elección de uno de estos tres escenarios de trabajo no tendría mayor importancia a no ser por los dos aspectos fundamentales que

ETAPA I: Elección de escenario.

**ETAPA II: Definición y descripción de los proyectos
programas de I+D.**

**ETAPA IV: Test estratégico y
financiero.**



ETAPA III: Fijación criterios.

**ETAPA V:
Aplicación
métodos
analíticos.**

Cuadro nº15.1.-"Representación gráfica de las etapas de la propuesta."

acarrea esta decisión y que especificamos a continuación:

A) Entorno competitivo: En grandes líneas, monopolio o mercados próximos al mercado de competencia perfecta (12).

B) Homogeneidad de criterios para poder comparar con otras alternativas de inversión fuera del ámbito de I+D.

La importancia de esta primera etapa, radica en el papel determinante que ejerce sobre el resto de la propuesta, pues flexibiliza y permite una más correcta adecuación a cada caso concreto.

5.- CONTENIDO DE LA SEGUNDA ETAPA: DEFINICION Y DESCRIPCION DE LOS PROYECTOS Y PROGRAMAS DE I+D CANDIDATOS.

En esta parte de nuestra propuesta, se establecen una cierta cantidad de requisitos mínimos de información a cada proyecto-programa de I+D. Se trata de garantizar por un lado la homogeneidad de los datos y por otro, un trabajo serio de análisis por parte de los promotores. Superadas estas exigencias informativas, se alcanza la condición de candidato al proceso de selección. A título ilustrativo, proponemos algunos de estos requisitos:

A) Objetivos a satisfacer por el proyecto-programa de I+D. Expresados en términos de conocimiento a lograr así como su utilidad, segmento de mercado a satisfacer, posibilidad de generar "opciones", etc...

B) Clasificación de los proyectos-programas de I+D y evolución prevista de su segunda fase. Se tratará de hacer referencia a aquellas posibilidades reales de prolongaciones transversales y de fusión de cada candidato así como sus necesidades actuales y futuras de plataformas y derivados (nuevas generaciones de productos o procesos).

C) Planificación temporal. Establecer el calendario previsto, constituye uno de los principales valores para un candidato en esta segunda etapa de la selección. La dificultad de realizarlo, se incrementa a medida que lo hace el grado de innovación del proyecto-programa de I+D.

D) Recursos necesarios. Presupuesto coordinado de los requisitos materiales e intangibles de cada candidato. Supone un factor de coherencia en el proceso de selección. En este punto no se puede olvidar la importancia atribuible a los recursos complementarios de cada proyecto-programa de I+D.

E) Posibilidades y grado de colaboración con agentes externos en el desarrollo de cada fase del proyecto-programa de I+D.

F) Necesidades de aprendizaje para la organización y adecuación de las mismas a las características aquí expuestas.

G) Posibilidad legal para la consecución de una patente.

La decisión después de esta etapa es única; otorgar la categoría de candidato al proyecto-programa de I+D o la devolución del mismo a los promotores exigiéndoles un trabajo adicional en alguno de los puntos considerados.

6.- CONTENIDO DE LA TERCERA ETAPA: FIJACION DE LOS CRITERIOS INSTRUMENTALES DE LA SELECCION.

La razón de ser de esta tercera etapa radica en la presencia de intereses y puntos de vistas encontrados en el comité encargado de la selección (13). De este aparente conflicto, surge una de las ventajas operativas de nuestra propuesta; el establecimiento de un "marco de referencia que dirija las decisiones (...) uniendo necesidades y oportunidades" (14), a partir del cual se

puntuarán los candidatos a formar parte de la cartera de I+D.

En el núcleo de este marco de referencia, se pueden encontrar un conjunto de criterios instrumentales cuyos planteamientos y aplicación debe responder a dos puntos básicos a saber:

A) Propiciar el volumen necesario de información (a nivel cualitativo como cuantitativo) para que los miembros del comité de selección puedan otorgar sus puntuaciones a partir de estos datos y de su propia experiencia y juicio.

B) Prestar atención puntualmente, así como evolutivamente, a todos los aspectos relevantes que afectan directa o colateralmente a la concepción, ejecución, y desarrollo de los proyectos-programas de I+D alternativos.

A primera vista, este objetivo pudiera parecer un tanto utópico pero la literatura consultada, nos ofrece directrices para formalizar e implantar estos criterios. Su tipología puede ser descrita como sigue:

A) Criterios medioambientales: Son aquellos que están fuera del control de la organización (15). Los más importantes a considerar son: (16)

A.1) Regulación gubernamental: Con especial incidencia en sectores con gran control de la Administración y alto porcentaje de inversión en I+D. Los ejemplos más característicos son los sectores farmacéutico, químico, alimentario, etc.

A.2) Disponibilidad de "materias primas" en la acepción más amplia posible del término.

A.3) Condiciones del mercado: Incluyendo todo lo relativo a la competencia en una doble perspectiva; coyuntural y estructural. Otro punto de interés son

las posibles barreras y costes de entrada y salida del mercado.

A.4) Ciclo de vida del producto: Se debe prestar atención a la velocidad de cambio así como a la situación determinada en un momento concreto del tiempo.

A.5) Posibles opciones positivas: Por ejemplo la introducción en el mercado de un producto complementario a otro en proceso de desarrollo (como se expone en el capítulo 6, punto 6.2.7).

B) Criterios organizativos: Representan el escalón inmediatamente posterior a los medioambientales en el proceso de acercamiento a los proyectos-programas de I+D. Conviene determinar al menos los siguientes: (17)

B.1) Rentabilidad de la empresa: Generalmente cuanto más rentable es una empresa más posibilidades tienen los proyectos-programas de I+D de ser ejecutados con un menor nivel de riesgo.

B.2) Capacidad para anticiparse a la competencia: Hace referencia a la sensibilidad de la organización para detectar movimientos de la competencia tanto en mercados como en el desarrollo de su I+D.

B.3) Presencia de competencia interna: La compartición de recursos en I+D puede actuar como un factor de crecimiento para algunos proyectos-programas de I+D y un perjuicio para otros.

B.4) Número de proyectos-programas en la cartera de I+D: Debe existir una adecuada correlación entre el tamaño de la cartera de I+D y los recursos dedicados a la supervisión, selección y control para evitar

relajamientos conducentes a una mayor proporción de fracasos.

C) Criterios propios de los proyectos-programas de I+D: Con su concurso, se contrastarán las informaciones proporcionadas por los promotores de los proyectos-programas de I+D en la segunda etapa del proceso (18). Si su fijación es acertada, las decisiones del comité estarán dotadas de un alto grado de consenso con lo cual se facilita la rigurosidad y rapidez en la ejecución de las sucesivas etapas restantes de nuestra metodología. Deben al menos contener referencias a:

C.1) Proyectos-programas de I+D como "inputs" del proceso de selección de inversiones de I+D: Para tener una imagen correcta de cada candidato, el comité analizará como mínimo:

1.- Requisitos de recursos en términos de personal, laboratorios, divisas, etc. que permitan la conversión a un presupuesto homogéneo de I+D (incluidos los complementarios).

2.- Evaluación del equipo de trabajo y su líder para conseguir los objetivos por ellos propuestos (19).

3.- Apoyo de la dirección a este personal (20).

4.- Necesidad de bienes intangibles y su disponibilidad en el seno de la empresa o en el mercado.

5.- Análisis de los objetivos propuestos, de su convertibilidad en propiedad industrial y su posibilidad para ser registrada e imitada.

6.- Trascendencia tecnológica del proyecto-programa de I+D en una doble vertiente; consistencia con el patrimonio tecnológico actual y posibilidades futuras de desarrollos complementarios.

7.- Catalogación y estudio de las posibles opciones asociadas a cada candidato del proceso (una metodología al respecto es propuesta en el capítulo 6, punto 6.2.7).

C.2) Proyectos y programas de I+D como "outputs" del sistema de selección de inversiones de I+D: Amplían la perspectiva desde donde se ejecutan la cuarta y quinta etapa (adecuación estratégica y capacidad financiera, y aplicación de métodos cuantitativos). Nuestro trabajo en esta area debe centrarse en los aspectos que a continuación se especifican: (21)

1.- Contribución económica directa (acceso a nuevos mercados, mejoras de calidades, productividad, reducción de costes, etc...)

2.- Contribución económica indirecta (nacimiento de industrias auxiliares, de proyectos derivados, alianzas estratégicas, etc...). Aspecto este fundamental para conseguir financiación del Sector Público.

3.- Contribución tecnológica (creación, importación o empleo de nuevas tecnologías o difusión de las existentes).

4.- Contribución científica (entendida como un mayor conocimiento de la naturaleza de las cosas).

5.- Contribución social (mejoras en niveles de vida, creación de empleos, y mejores condiciones de trabajo). También fundamental para obtener financiación pública.

Para concluir este estudio de los criterios instrumentales de un modelo formal de selección de inversiones de I+D, es necesario hacer una matización. Hemos uniformizado hasta ahora a todos los criterios dotándoles de igual importancia. Es necesario establecer la posibilidad de ponderar de diferente forma la información y puntuaciones proporcionada o atribuida por los distintos criterios aplicados. El fundamento de esta particularización se encuentra en que "para algunas empresas puede ser más importante el tiempo de realización de un proyecto que el período de vigencia del buen resultado tecnológico alcanzado por el mismo. O puede ocurrir, que la calidad de la invención sea más significativa que el coste hasta su finalización" (22).

Con esta última consideración, podemos establecer cuales son los objetivos a alcanzar por la definición e implantación de estos criterios instrumentales en las organizaciones de I+D. En nuestra opinión estos deberían ser al menos:

A) Identificar las fortalezas y debilidades de los proyectos-programas de I+D participantes en el proceso de selección (23).

B) Planteamiento de cuestiones que afectan al desarrollo interno de las alternativas disponibles y en especial a las referidas a las posibilidades, capacidades de desarrollo o alianza externa, etc. (24).

C) Estimación a priori del riesgo técnico y comercial de los partícipes. Este cálculo, no debe ser entendida en términos absolutos si no desde una posición más flexible. Lo importante es favorecer o penalizar a un proyecto-

programa participante en su relación con los demás atendiendo a sus particularidades puestas al descubierto por la aplicación de estos criterios y puntuadas por los miembros del comité.

A partir de esta etapa, y mientras se mantengan los criterios, todo proyecto-programa de I+D avanzará en el mecanismo de selección conjuntamente con su estimación del riesgo técnico y comercial representados por sus correspondientes puntuaciones. Estos dos valores, son auténticas expresiones sintéticas de toda la información conseguida en estas tres primeras etapas.

7.- CONTENIDO DE LA CUARTA ETAPA: TEST DE ADECUACION ESTRATEGICA Y VIABILIDAD FINANCIERA.

De forma sintética podríamos definir esta cuarta etapa como; si el proyecto-programa de I+D sirve a los objetivos estratégicos y existen fondos para financiar su ejecución técnica y comercial, el candidato en principio vale, en caso contrario no. Sin embargo, cada uno de los dos campos citados presentan su propias circunstancias.

7.1.- Test de adecuación estratégica.

Responde a la necesidad de coherencia entre las estrategias establecidas por la empresa y las implicaciones que sobre ellas tendría todo proyecto-programa candidato. Mediante este estudio se podrá establecer una primera división de los candidatos en dos grandes bloques; los estratégicamente válidos y aquellos pertenecientes a alguna de estas categorías: "impuestos", "en vía muerta", "regreso al tablero de dibujo", "no hay nada mejor que hacer", "mascotas", etc. (25).

Este test debe realizarse además en todas y cada una de las revisiones periódicas que se proponen en la sexta etapa para hacer un seguimiento de la cartera de I+D en términos estratégicos. Esta recurrencia será especialmente útil cuando

se produce una variación en los objetivos de las estrategia.

7.2.- Viabilidad financiera.

Cualquier proceso de selección de inversiones, se enfrenta a una importante restricción presupuestaria que generalmente es el justificante inicial del mismo. Despierta curiosidad, comprobar como en el caso de las inversiones en I+D, el análisis de la captación de fondos, su retribución, y devolución mediante los "cash-flow" del proyecto-programa de I+D, queda olvidado con mayor frecuencia que la deseable (26).

Conocer la viabilidad financiera es vital como elemento de apoyo para negociar en los mercados externos e internos de capitales la concreción de sus variables para un proyecto-programa de I+D concreto. En especial, el coste, el volumen de recursos, la distribución de cargas y sobre todo, la atribución de los resultados en el supuesto de tener éxito.

Este estudio de "posibilidad y adecuación financiera", debe discriminar a unos proyectos-programas de I+D en beneficio de otros y en su realización, el comité de selección podrá contar con la colaboración de expertos de otros departamentos, o del mundo de la consultoría u otras empresas. En nuestra opinión, este criterio de selección debe ser subsidiario siempre de la "adecuación estratégica" del proyecto-programa de I+D. Primamos pues, la trascendencia económica, a la racionalidad financiera.

Decidida la financiación, y de manera implícita su forma de gestión (interna o externa), estas, formarán parte inseparable en las siguientes etapas del proceso de selección del proyecto-programa de I+D.

8.- CONTENIDO DE LA QUINTA ETAPA: APLICACION DE METODOS CUANTITATIVOS.

Relacionar en profundidad estos métodos, es una tarea ya

realizada en otra tesis doctoral en España (27). En consecuencia, nuestra intención será triple; exponer las técnicas empleadas hasta ahora, analizar un nuevo enfoque como es el de las "opciones reales" y finalmente proponer una formulación integrable en nuestra propuesta y con posibilidades de éxito. El denso contenido de esta etapa y su amplitud, nos aconseja dedicarle los dos próximos capítulos.

Por último, no se debe perder de vista que uno de los fundamentos del marco de trabajo que estamos diseñando en este capítulo, es relativizar la importancia de la técnica de selección. Queremos abordar este problema desde una perspectiva más global sustentada en la información a conseguir y generar por nuestro modelo.

9.-CONTENIDO DE LA SEXTA ETAPA: REVISIONES PERIODICAS (REALIMENTACION) .

En la búsqueda de una mejora continua de nuestra propuesta, se instrumentalizan, los necesarios mecanismos de realimentación. Atendiendo a su periodicidad, los hemos dividido en:

A) Ordinarios: Tienen carácter cotidiano. El momento óptimo para la realización de los mismos es al finalizar las etapas de investigación y desarrollo, y la de ejecución comercial de los proyectos-programas de I+D. Como se comentó en su momento, al final de estas etapas existe una serie de decisiones mutuamente excluyentes. Ellas, forman parte del proceso de selección de inversiones de I+D y lo prolongan al desarrollo efectivo de los candidatos elegidos para componer la cartera de I+D.

B) Extraordinarios: Están motivados por cambios en los criterios instrumentales, de estrategia, de financiación, de mercado o competencia, y por último de coyuntura. Con ellos se pretende tener una permanente adecuación de la cartera de I+D a las circunstancias que concurren en cada momento.

Una segunda proposición a tener en cuenta en esta etapa, se refiere al concepto de realimentación en si mismo y a las posibilidades que ofrece el "enfoque opción real" (explicado en el capítulo próximo). Si hemos concebido nuestra propuesta como un sistema multietapa, el análisis post-selección que fija el grado de cumplimiento de los objetivos proporciona el medio de perfeccionamiento del proceso de selección y además puede dar los baremos objetivos para recompensar los equipos humanos de los proyectos-programas de I+D.

10.- VALORACION DE NUESTRA PROPUESTA.

Completada la descripción de nuestro modelo, de inmediato surgen una serie de ventajas con respecto a otros tratamientos más convencionales de la selección de inversiones de I+D. Entre otras, destacaríamos:

A) La información generada a lo largo de todo el proceso acerca de cada proyecto-programa de I+D candidato posibilita:

A.1) Facilitar la consecución de financiación externa, bien mediante alianzas estratégicas, bien mediante otras formas más tradicionales.

A.2) Un análisis de sensibilidad de la composición de la cartera de I+D al poder aproximarnos desde diferentes perspectivas.

A.3) Fácil implantación en empresas.

A.4) Deslocalizar el problema de la selección de inversiones en I+D desde la técnica de selección a la concepción de un proceso global.

B) La existencia de una "cartera en reserva" donde se encuentran proyectos-programas de I+D que adecuándose a la

estrategia empresarial no cumple con los niveles mínimos impuestos por un determinado criterio instrumental o carecen de fuentes financieras. Ante un cambio en las condiciones, cualquier miembro de esta cartera puede ser implementado en un tiempo mínimo.

C) Después de las tres primeras etapas, se puede establecer las evaluaciones comparadas entre inversiones de I+D y de otro tipo.

D) Evita el empleo de complejos modelos matemáticos.

Estos puntos fuertes de nuestra metodología, están condicionados a la eficacia con la cual se diseñen las siguientes dos magnitudes en el interior de la empresa:

A) Capacidad de captación de proyectos-programas de I+D. ("Amplitud del embudo"). "Para ser efectivas, las organizaciones deben expandir su conocimiento base y el acceso a la información con el objetivo de incrementar el número de ideas de nuevos productos y procesos" (28).

B) Capacidad para rechazar proyectos-programas de I+D. ("Estrechez del cuello del embudo"). "El proceso de estrechamiento debe estar basado en un conjunto de criterios de control que fijando las oportunidades tecnológicas de la empresa, hagan uso efectivo de los recursos para satisfacer las necesidades financieras y estratégicas" (29).

Como aspectos negativos, se nos ocurre dos cuestiones. Por un lado el necesario cambio de mentalidad para poder lograr la instalación práctica de este modelo. Y por otro, el riesgo de "no decisión", propiciado por el alto componente cualitativo del sistema que puede inhibir las actuaciones del comité.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 15:

(1).-Business Week. "Could America Afford the Transistor Today?" 7 de Marzo de 1.994. N°: 3347. p: 42.

ROUSSEL, Philip A. ;SAAD, Kamal N. y ERICKSON, Tamara J. "Tercera generación de I+D." Mc Graw-Hill. Madrid 1.991. p: 111.

(2).-ROUSSEL, Philip A. ;SAAD, Kamal N. y ERICKSON, Tamara J. Ob.Cit. p: 111.

(3).-WHELLWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. "Revolutionizing Product Development."The Free Press. Nueva York. 1.992. p: 111.

(4).-WHELLWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. Ob.Cit. p: 111.

(5).-ROUSSEL, Philip A. ;SAAD, Kamal N. y ERICKSON, Tamara J. Ob.Cit. p: 98.

(6).-WHELLWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. Ob.Cit. pp: 114 y ss.

(7).-HALL, David L. y NAUDA, Alexander. "An Interactive Approach for Selecting IR&D Projects". IEEE Transactions on Engineering Management. Mayo 1.990. Vol: 37. N°: 2. p: 127.

(8).-BARD, Jonathan F.; RAMAIYA, Balachandra; y KAUFMANN, Pedro. "An Interactive Approach to R&D Project Selection and Termination". IEEE Transactions on Engineering Management. Agosto 1.988. Vol: 35. N°: 3. p: 142.

(9).-ALLEN, Beth. "Choosing R&D Projects: An informational Approach". The American Economic Review. Mayo 1.991. Vol: 81. N°: 2. p: 257.

(10).-ALLEN, Beth. Ob.Cit. p: 257.

(11).-ALI, Abdul ; KALWANI, Manohar U. y KOVENOCK, Dan. "Selecting Product Development Projects: Pioneering versus Incremental Innovation Strategies." Management Science. Marzo 1.993. Vol: 39. N°: 3. pp: 256 - 259.

(12).-ALI, Abdul ; KALWANI, Manohar U. y KOVENOCK, Dan. Ob.Cit. pp: 256 - 259.

(13).-ORAL, Muhittin ;OSSAMA, Kettani y LANG, Pascal. "A Methodology for Collective Evaluation and Selection of Industrial R&D Projects." Management Science. Julio 1.991. Vol: 37. N°: 7. p: 871.

(14).-WHELLWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. Ob.Cit. p: 116.

(15).-BARD, Jonathan F.; RAMAIYA, Balachandra; y KAUFMANN, Pedro. Ob.Cit. p: 141.

(16).-BARD, Jonathan F.; RAMAIYA, Balachandra; y KAUFMANN, Pedro. Ob.Cit. p: 140.

(17).-BARD, Jonathan F.; RAMAIYA, Balachandra; y KAUFMANN, Pedro. Ob.Cit. p: 141.

(18).-ORAL, Muhittin ;OSSAMA, Kettani y LANG, Pascal. Ob.Cit. p: 878.

(19).-BARD, Jonathan F.; RAMAIYA, Balachandra; y KAUFMANN, Pedro. Ob.Cit. p: 141.

(20).-BARD, Jonathan F.; RAMAIYA, Balachandra; y KAUFMANN, Pedro. Ob.Cit. p: 141.

(21).-ORAL, Muhittin ;OSSAMA, Kettani y LANG, Pascal. Ob.Cit. p: 878.

(22).-ROUSSEL, Philip A. ;SAAD, Kamal N. y ERICKSON, Tamara J. Ob.Cit. p: 95.

(23).-ROUSSEL, Philip A. ;SAAD, Kamal N. y ERICKSON, Tamara J. Ob.Cit. p: 97.

(24).-ROUSSEL, Philip A. ;SAAD, Kamal N. y ERICKSON, Tamara J. Ob.Cit. p: 98.

(25).-ROUSSEL, Philip A. ;SAAD, Kamal N. y ERICKSON, Tamara J. Ob.Cit. p: 143.

(26).-ALVAREZ GIL, María José. "La evaluación y selección de proyectos de inversión en tecnologías avanzadas de fabricación (AMT): Tendencias recientes y propuesta de una metodología". Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa. Diciembre 1.992. Vol: 1. N°: 3. p: 49 y 51.

(27).-MARTINEZ SOLER, A. "Estudio de los métodos de evaluación y selección de proyectos de I+D y su aplicación en la empresa industrial española." Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. 1.987.

Citado por: FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. "Manual de dirección estratégica de la tecnología." Ariel. Barcelona 1.988. p: 135.

(28).-WHELLWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. Ob.Cit. pp: 112 - 113.

(29).-WHELLWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. Ob.Cit. p: 113.
Otro aspecto interesante a considerar es el empleo de técnicas de selección. En este sentido conviene revisar el capítulo 17 donde hacemos una aproximación metodológica propia al tema.

CAPITULO16: Tres enfoques disponibles para la quinta etapa de nuestra propuesta de selección.

1.-INTRODUCCION: CONTENIDO DE LA QUINTA ETAPA DE NUESTRA PROPUESTA DE SELECCION.

En este capítulo, correspondiente a la quinta etapa de nuestra sistematización de la selección de inversiones de I+D, resumimos una práctica muy difundida entre los autores consultados; la identificación de dos grandes corrientes de pensamiento para clasificar los métodos cuantitativos de selección de inversiones en I+D. Nosotros hemos convenido en denominarlas enfoque clásico y enfoque integrador respectivamente.

Como alternativa y complemento a esos dos conjuntos de técnicas, hemos reservado el denominado enfoque de "opción real". Esta aproximación a la valoración y selección de proyectos-programas de I+D, tiene un importante fundamento financiero y gracias al diseño de nuestra propuesta, es perfectamente aplicable. Su evidente falta de conexión con las metodologías tratadas en los dos enfoques previos, su escasa presencia en la literatura especializada, y lo amplio de sus explicaciones, nos hará centrarnos profundamente en él.

Nuestra proposición tiene como uno de sus objetivos, desdramatizar el empleo de técnicas de selección. Creemos que debe ser la información generada desde la primera etapa lo que determine la inclusión o no de una inversión en I+D en la cartera. Este "proceso de autoeliminación", facilita en la mayoría de circunstancias el empleo de métodos de selección (quinta etapa de nuestra propuesta).

2.- CONCEPTO Y TÉCNICAS DE SELECCIÓN DEL "ENFOQUE CLÁSICO".

Son definidos como aquellos modelos "...centrados en resultados: Dado un conjunto de proyectos, el modelo determina el subconjunto que maximiza un objetivo dado" (1).

Esta concepción supone plantear la selección de inversiones en I+D como un problema de optimización sometido a ciertas restricciones (2), empleando para su resolución distintas técnicas las cuales, pueden ser divididas en:

2.1.- Programación matemática.

Busca la optimización de una o varias funciones objetivo sometidas a restricciones específicas (generalmente de recursos) (3).

Las soluciones pueden ser obtenidas mediante programación entera, programación lineal y no lineal (incluyendo programación de objetivos y formulaciones dinámicas), siendo esta última forma la más compleja pero la más versátil para tratar con una amplia gama de restricciones (4).

Según Schmidt y Freeland (5), todos estos modelos son conceptualmente atractivos porque optimizan medidas cuantitativas de la función de I+D sometidas a restricciones presupuestarias y organizativas. Sin embargo, se ha demostrado que no tienen una amplia utilización a pesar del desarrollo de cientos de técnicas diferentes. La razón de este rechazo, es que mientras que matemáticamente están plenamente justificados, suponen una aceptación idealizada de los problemas de la selección de inversiones en I+D. La discrepancia surge porque no existe ningún parecido con la forma en la cual las decisiones son tomadas y por tanto aceptar estas técnicas supone modificar el proceso de toma de decisiones.

Esta razón fundamental no puede ocultar muchas de las limitaciones expuestas en el capítulo anterior por las cuales no se empleaban los métodos de selección de inversiones en I+D.

2.2.- Métodos clásicos basados en la cuantificación de los beneficios.

Para Hall y Nauda (6) estos métodos "...buscan desarrollar una medida cuantitativa del beneficio derivado de realizar un proyecto de I+D, y entonces seleccionar aquellos proyectos proporcionadores del mayor beneficio (dentro de una restricción presupuestaria global)". Pueden estructurarse en función de su metodología subyacente en tres grandes áreas:

A) Métodos comparativos: Son evaluaciones comparativas dos a dos de los proyectos-programas participantes que se realizan a nivel individual. A partir de las cuales, se construye un escalafón de las alternativas de una forma consensuada (7).

B) Método de puntuación o calificación: Fundamento en nuestra propuesta del medio de planificación y ejecución de las etapas anteriores, pueden ser empleados con carácter selectivo. En esencia, "tratan de estimar los méritos de cada propuesta con respecto a un conjunto de criterios establecidos a priori. Las puntuaciones se agregan para lograr una evaluación global del proyecto. Los proyectos con las calificaciones superiores son los seleccionados respecto algunas restricciones presupuestarias" (8). "Los distintos modelos de calificación, difieren según: a) el grado de detalles que pretenden obtener de los diferentes factores, b) la ponderación aplicada o no a los valores numéricos (en función de un factor o una graduación)" (9). Esta formulación ha alcanzado cierta popularidad en la literatura especializada y en la práctica empresarial por su simplicidad de planteamiento y compatibilidad con otras modalidades de selección de inversiones de I+D (10).

C) Extensión de modelos financieros: "Estos son modelos económicos que intentan computar el coste-beneficio de desarrollar un modelo, o que tratan de valorar el riesgo financiero asociado al citado desarrollo" (11). Los más empleados son la tasa interna de retorno (T.I.R) y el valor actual neto (V.A.N.).

Entre sus atractivos está la posibilidad de utilizar distribuciones estadísticas y técnicas de simulación para calcularlos, así como para ponerlos en relación con otras magnitudes empresariales o macroeconómicas, y también con otro tipo de inversiones alternativas a las de I+D (12).

Por contra, la literatura (y en especial la más reciente) pone de manifiesto los defectos de estas dos metodologías en el campo de la función de I+D. La gran mayoría de ellos, han sido resumidos y puestos como ejemplos en el capítulo 14 cuando tratábamos de los factores limitativos para la adopción de sistemas formales de selección de proyectos-programas de I+D.

3.-CONCEPTO Y TÉCNICAS DE SELECCIÓN DEL "ENFOQUE INTEGRADOR".

Sí en el grupo anterior el común denominador de los modelos era la búsqueda de resultados, esta corriente de opinión se caracteriza por la confluencia de una serie de planteamientos como son:

A) Reconocer el valor del proceso de decisiones de la organización, prestando así más atención a la toma de decisiones que a los propios resultados del modelo (13).

B) A diferencia del enfoque anterior, los modelos integradores pretenden considerar los beneficios estratégicos expresados en términos de: (14)

B.1) Estrategias internas:

- 1.- Ventajas en costes.
- 2.- Reforzamiento del control de producción.
- 3.- Mejoras de la organización.
- 4.- Interacciones.

B.2) Estrategias de mercado:

A) Diversificación:

- 1.- Ampliación de la cartera de productos.
- 2.- Nuevos productos que incorporan nuevos conocimientos.
- 3.- Nuevos conocimientos en nuevas areas.

B) Mejora de productos existentes:

- 1.- Reforzamiento de la imagen corporativa.
- 2.- Respuesta a las fluctuaciones de la demanda.
- 3.- Reducción de costes para satisfacer a la demanda.
- 4.- Mejoras de la calidad.

C) Reducción de riesgos:

- 1.- Fortalecimiento de los conocimientos básicos.

2.- Mejoras del control.

3.- Mejor planificación.

4.- Reducción del capital circulante.

5.- Flexibilidad en las respuestas.

La gran mayoría de estos puntos, aparecen recogidos en algún momento de nuestra propuesta. Esto es debido a que el enfoque integrador ha sido desarrollado en cierto sentido para ser autosuficiente. La aplicación de alguna de estas técnicas pudiera requerir determinados retoques a nuestra propuesta que no alterarían la esencia de la misma.

La mayor trascendencia de estos modelos radica en su intento de considerar la selección de inversiones en I+D en un medio para implantar, desarrollar y ejecutar funciones de: (15)

A) Adaptación: En el sentido de reconocer las capacidades presentes de la organización y determinar las oportunidades a ser explotadas.

B) Coordinación y control: Como la función de I+D es un sistema compuesto de unidades menores, se debe crear el adecuado convenio de traspasos de información, localización de recursos, etc. para cumplir los objetivos globales impuestos.

C) Transformación (implementación de los proyectos-programa de I+D): Hace mención a la operatoria que permite la conversión de una idea en un producto (nuevo o mejorado) o en un proceso.

Este importante trasfondo teórico del enfoque integrador, se llena de contenido cuando sus consideraciones se hacen extensivas

a la totalidad de la organización de I+D. Es decir, cuando respetando la estructura organizativa, los laboratorios divisionales o corporativos, unidades especiales de I+D, etc. aúnan sus esfuerzos para cumplir los objetivos globales y particulares.

Con esta amplitud de objetivos, las técnicas pertenecientes al enfoque integrador, adquieren un marcado carácter "ad-hoc" (16), adaptándose a la cultura, tradición, ambiciones, etc. de las organizaciones de I+D donde se implementan. Pese a esta dificultad para una eficaz clasificación de los métodos integradores, podemos afirmar que están basados en una de las siguientes categorías o bien en una combinación de ellas: (17)

3.1.- Análisis de la "cadena de valor".

Toda inversión en I+D debe ser estudiada en función de como "crea valor" a la empresa. Desde el aprovisionamiento de Materias Primas hasta la utilidad del usuario final. Incluso sí, sólo afecta parcialmente, este análisis debe realizarse.

Esta postura, donde prima el análisis detallado de efectos cualitativos sobre la generación de valor, supone una ruptura con el V.A.N. y el T.I.R. que lo establece exclusivamente en términos de corriente monetaria.

3.2.- Análisis de los "generadores de costes".

Los costes son función de dos tipos de generadores; estructurales (economías de escala, complejidad de la línea de productos, experiencia, tecnología...) y ejecutivos (programas de calidad total, grado de utilización, participación de los trabajadores...). Las inversiones en I+D deben ser evaluadas en relación con su capacidad de afectar estas dos clases de generadores de costes.

3.3.- Análisis de las "ventajas competitivas".

El componente final de estos métodos incluye sí la inversiones en I+D colaboran en la consecución de los medios que la empresa ha elegido para competir.

4.- FUNDAMENTOS DEL "ENFOQUE OPCIÓN REAL".

Alcanzar la verdadera naturaleza de las "opciones reales" requiere una reflexión previa sobre el fenómeno de inversión empresarial. Como expresión sintética de una idea latente en toda la tesis, nos puede servir como introducción, la cita siguiente: (18)

"Las empresas, realizan inversiones al objeto de crear y aprovechar oportunidades de beneficios".

Oportunidades estas con dos claros orígenes: (19)

A) Resultado de inversiones previas: Como ocurre en el caso de poseer patentes, reservas de recursos naturales, terrenos, etc.

B) Ventajas competitivas construidas en el tiempo: Como son conocimiento tecnológico, reputación comercial, facultades del equipo directivo, economías de escalas, posición de mercado, etc.

Esta estrategia inversora fundamentada en oportunidades, permite, por sus tremendas similitudes, una puesta en común con el concepto "opción financiera".

Este derecho, pero no obligación de comprar o vender, amparado en las "opciones financieras" y desde la óptica de "oportunidades de inversión", permite afirmar que las decisiones de inversión en capital, tratan esencialmente sobre opciones: (20)

"Una empresa, ante una oportunidad de inversión, se enfrenta a algo similar a una opción financiera de compra (*call option*):

Tiene el derecho pero no la obligación de comprar un activo (nominalmente, la corriente de beneficios del proyecto) en un momento del tiempo por ella elegida. Cuando la empresa realiza un gasto irreversible de la inversión, ejercita su opción de compra."

Aparece así, la idea de "opción real" como traslado al mundo del "capital budgeting" del concepto y teoría de valoración de las "opciones financieras". Dado el alto grado de desarrollo y de aplicación en el mundo financiero de las teorías de valoración de opciones, los iniciadores del enfoque "opción real", vieron en él una formulación posible para solventar las conocidas limitaciones que para la selección de inversiones presentan los métodos basados en el descuento de los flujos de caja (21). Posteriormente, y ante sus posibilidades, este enfoque, se ha constituido como una técnica alternativa de valoración de inversiones empresariales.

En este proceso de asimilación, origen de las "opciones reales", se pone de manifiesto las importantes diferencias que existen entre ambas categorías de opciones: (22)

A) Las "opciones financieras" típicas, son a corto plazo (menos de un año, aunque presenten warrants a 5 ó 10 años). Las "opciones reales", por el contrario, son a largo plazo y algunas no tienen vencimiento, son perpetuas.

B) Las "opciones financieras", pueden ser ejercidas con anterioridad a su vencimiento (opciones americanas), siendo en este caso, el análisis de la decisión del adelanto del ejercicio de la opción algo secundario porque se trata de derechos a corto plazo. Sin embargo, en las "opciones reales", la decisión de adelanto o retraso del ejercicio, se convierte en un tema primordial.

C) Las "opciones financieras" están referenciadas a un "activo subyacente" negociado, por lo general, en mercados

financieros organizados. En consecuencia, nunca podrán tener valor negativo quedando así limitados los "procesos aleatorios" que modelizan su precio. En la "opciones reales", los "activos subyacentes" pueden ser más conceptuales que reales y por consiguiente podría tener valor negativo. Esto implica que en la modelización de los precios de los "activos subyacentes" de las "opciones reales" exige el empleo de más y más complejos "procesos aleatorios".

D) Las "opciones financieras" son relativamente simples en el sentido que incluyen una única opción, y con un único precio de ejercicio. Para las "opciones reales", el precio de ejercicio puede variar en el tiempo e incluso podría ser aleatorio. Con cierta frecuencia, las opciones reales, son "opciones compuestas" (23).

E) Las "opciones financieras", se negocian en mercados organizados a bajo coste. Al no existir mercados eficientes donde negociar "opciones reales", los costes de las posibles transacciones son elevados y las dificultades se acrecentan porque las "opciones reales" deben ser transmitidas conjuntamente con los activos reales asociados. Esta falta de liquidez, minusvalora el valor para terceros de las opciones reales.

Estas restricciones, impiden la aplicación automática a las "opciones reales" de los modelos diseñados para las "opciones financieras". Haciéndose necesario, por un lado la adaptación de los modelos citados, y por otra diseño de otros exclusivos.

De inmediato, surge la pregunta si todas las inversiones empresariales pueden adaptarse para ser "opciones reales". La idoneidad de este enfoque se manifiesta cuando las inversiones a valorar presentan los rasgos siguientes:

A) Capacidad de retrasar, expandir o abandonar decisión de

inversión en el proyecto al incorporar nueva información que aparezca en el futuro (24).

B) Irreversibilidad de la inversión, es decir, la posibilidad de realizar satisfactoriamente en el mercado la inversión antes de que haya concluido, es mínima. Esto se debe a lo específico de las inversiones para una empresa o sector (25).

C) Capacidad de generar opciones de crecimiento y flexibilidad (26).

D) Presencia de un perfil de riesgo (diversificable o no) asociado al proyecto de inversión propio y diferenciado del riesgo ponderado global de la empresa (27).

E) Decisiones de desinversión vinculadas a factores exógenos como pueden ser precios de materias primas, diferencias tipos de cambio, etc. Así la decisión de "no desinversión" se constituye en una "opción real" sobre, por ejemplo, una producción rentable en cuanto se modifiquen en la dirección correcta algunos parámetros como los citados. Este planteamiento, presupone la aceptación de pérdidas ciertas presentes frente a potenciales beneficios cuando evolucionen convenientemente determinadas variables externas (28).

F) De forma teórica, debe tratarse de proyectos de inversión cuya pérdida posible esté limitada a las cantidades invertidas y sus beneficios, sobre el papel, sean ilimitados tal y como ocurre en las "opciones financieras de compra" (29).

G) La existencia de una serie histórica de datos referidos al precio de ejercicio de la "opción real" facilita este tipo de enfoque pero no es estrictamente necesaria (30).

H) Los proyectos deben presentar importantes interacciones en las decisiones presentes de inversión con las futuras (31).

J) Grado de exclusividad del tenedor para ejercitar la opción. Es posible diferenciar dos situaciones; en propiedad "exclusiva" o "compartida". En el grupo primero, se incluyen las inversiones que desembocan en una patente fuerte, una tecnología exclusiva, etc. mientras que en la segunda categoría aparecen aquellas inversiones que son oportunidades para todo un sector (32).

Todas estas características determinan el proyecto de inversión tipo para el cual el enfoque "opción real" compensa. Las dificultades de aplicación práctica de esta metodología (como se analizará más adelante), hacen antieconómico su aplicación a proyectos más sencillos que pueden ser tratados con criterios más convencionales. Los ejemplos más citados de proyectos de inversión típicos para su tratamiento como "opción real" son; inversiones en I+D, explotación de yacimientos petrolíferos o de otra materia prima, inversiones en plantas industriales grandes o pequeñas, inversiones en sectores con alta volatilidad en el precio de las materias primas, etc. (33).

5.- PROBLEMAS PARA LA VALORACIÓN DE "OPCIONES REALES".

El valor (prima) de una "opción financiera" de compra (C), está determinado por los siguientes seis factores: (34)

A) El valor intrínseco de la acción subyacente (S): Cuanto mayor sea su valor, mayor será el precio de la opción de compra suscrita sobre ese título (considerando constantes el precio de ejercicio y la fecha de expiración).

B) El precio de ejercicio (E): Cuanto más bajo sea el precio de ejercicio, mayor será el precio de la opción de

compra.

C) La volatilidad del mercado o del título en cuestión (σ):
A medida que esta crezca, mayor precio de la opción.

D) El tiempo de vida de la opción (t): Cuanto menos vida le quede a la opción, menor será su precio.

E) El tipo de interés sin riesgo (R_F).

F) Los dividendos (D): Cuanto mayores sean, menor será el valor de la opción.

Expresado de forma matemática:

$$C = f (S, E, t, \sigma, R_F, D)$$

Siendo la vinculación de las variables como se especifica a continuación:

$$\delta C / \delta S > 0; \delta C / \delta E < 0; \delta C / \delta t > 0$$

$$\delta C / \delta \sigma > 0; \delta C / \delta R_F > 0; \delta C / \delta D < 0$$

Estas variables experimentan, un importante conjunto de transformaciones cuando se trasladan del mundo de las "opciones financieras" al de las "opciones reales". Los principales escollos provenientes de la naturaleza de ambos tipos de opciones fueron expuestos en la pregunta previa. A continuación, reflejaremos aquellos inconvenientes de orden práctico.

Es la primera de las variables citadas, valor del activo subyacente, la que proporciona mayores problemas para las "opciones reales". En la teoría de valoración de "opciones

financieras", este dato es considerado como dado o es posible su modelización porque se trata de acciones o mercancías negociadas en mercados organizados o son función de estos (35). Como resulta obvio, esta facilidad de cálculo no es posible para las "opciones reales". Para superar, aunque con limitaciones, esta dificultad, Sick (36) propugna dos métodos; "Hotelling Valuation of Resource Properties" y "Direct Measurement of Cash-Flow Risk". El primer modelo, resulta útil para analizar "opciones reales" vinculadas a la propiedad de determinados recursos (activo subyacente) de una forma simple y razonablemente exacta de relacionar el precio (tanto en condiciones de certeza como de riesgo) del activo subyacente con el proyecto de explotar tales recursos ("opción real") (37). La segunda técnica, permite calcular el riesgo sistemático de un proyecto a partir de una serie histórica de flujos de caja para luego y a través de las fórmulas de CAPM en condiciones de certeza calcular el VAN del proyecto. Esto posibilita el cálculo de valores de activos subyacentes de "opciones reales" (38).

Esta situación se ve agravada en el supuesto de considerar a los proyecto-programas de I+D como "opciones reales" por la concurrencia de dos factores: (39)

A) La existencia de activos subyacentes "conceptuales" (como ocurre en las "opciones reales" de la 1ª y 2ª etapas). Donde se hace necesario la "conversión" del mismo y por tanto se abre la posibilidad de un precio negativo.

B) Determinadas inversiones son consideradas como un "agregado de opciones reales", y esto obliga a considerarlas como un "paquete" por las importantes interrelaciones mutuas. A nivel valorativo, esta consideración obliga a que el valor del "agregado" no sea equivalente a la suma de los valores unitarios de las "opciones reales". Esta circunstancia, constituye un subproblema dentro de lo que podríamos denominar valoración de "opciones compuestas".

6.- MODELOS DE VALORACIÓN DE "OPCIONES REALES".

Parece razonable partir de un comportamiento previsible del precio del activo subyacente dominado por dos componentes; uno real y otro aleatorio. En forma de ecuación diferencial podemos describirlo así: (40)

$$dP = g(P,t) dt + \sigma(P,t) d\omega$$

Donde :

P , es el precio del activo subyacente.

$g(P,t)$, es el componente real del precio del activo subyacente, donde g representa el crecimiento esperado de este precio por unidad de tiempo.

$\sigma(P,t) d\omega$, es la parte aleatoria del precio con media cero y varianza $\sigma^2(P,t) dt$. Siendo σ la desviación típica de los retornos del activo subyacente y $d\omega$ un proceso de Wiener.

Para continuar, es necesario fijar una nomenclatura (distinta a la utilizada para "opciones financieras") para las variables a tratar. Estas serían:

$W = W(P,t)$ = Valor de la "opción real".

$K = K(t)$ = Precio de ejercicio de la "opción real" (precio al cual el activo opcional se convierte en subyacente).

T = Fecha límite de ejercicio de la "opción real" (por ejemplo la fecha de finalización del permiso para una prospección petrolífera).

t = Tiempo.

r = Tipo de interés sin riesgo.

$D(P, t)$ = Dividendo pagado al propietario del activo subyacente (flujos netos de caja por ejemplo).

$\delta = D/P$ = Rentabilidad por dividendos.

d = Dividendo pagado al tenedor de la opción.

A partir de esta ecuación y esta nomenclatura, se proponen, las siguientes dos vías de aproximación a la valoración de las "opciones reales" desde los modelos de valoración de "opciones financieras":

6.1.-Modelo de valoración de "opciones reales" basado en el de "Black-Scholes" para las "opciones financieras europeas".

Para su aplicación a las "opciones reales", conviene establecer dos premisas. La primera de ellas, consiste en considerar las "opciones europeas" como un caso extremo de las americanas. Así, el valor de estas últimas, será siempre mayor o igual que el de la "opción europea" similar. Este cálculo resulta mucho más fácil de realizar. La segunda premisa, hace mención a como el valor de las "opciones americanas" se incrementa con el tiempo en el sentido que el tenedor de una de estas opciones puede ejercitarla siempre como si fuese de un plazo menor o mantenerla después de esa fecha si las condiciones fuesen a ser mejores.

Tomando el tiempo como una variable continua, cada una de estas premisas, permite identificar dos clases de opciones que limitarían el valor de la "opción real" subyacente:

6.1.1.-Valor inferior: Opción financiera europea con plazo fijo. A su vez, se plantean dos posibilidades :

A) "Distribución geométrica": Supone una distribución

de los precios del activo subyacente según una normal logarítmica. Por lo tanto, el componente real de la ecuación queda reducido a $g \cdot P$, siendo el aleatorio $s \cdot P$. Este modelo es consistente con un activo subyacente que genera "cash-flows" según esta distribución de probabilidad y que además entrega una proporción constante de estos flujos de caja como dividendos [$D(P,t) = \delta \cdot P$]. También, se asume que los dividendos del activo subyacente son proporcionales a su valor y que no existe dividendos directos a la opción ($d = 0$). Estos condicionantes, requieren para su aplicación. pequeñas modificaciones a la formulación original del modelo de "Black-Scholes":

$$W(P,t) = e^{-\delta(T-t)} P N(d_1) - e^{-r(T-t)} K N(d_2)$$

Las funciones $N(d_1)$ y $N(d_2)$ son las funciones de densidad de una distribución normal con media cero y varianza unitaria. Por último, queda por definir:

$$d_1 = \frac{\ln(e^{-\delta(T-t)} P/K) + (r + 1/2 s^2)(T-t)}{s (T-t)^{1/2}}$$

$$d_2 = d_1 - s (T-t)^{1/2}$$

Los valores de la función N pueden ser obtenidos mediante tablas estadísticas convencionales.

B) "Distribución aritmética": Asume que los precios del activo subyacente, se comportan según una

distribución aritmética. Esto implica que el componente real del precio, $g(P, t)$ es igual a una constante g y que el aleatorio, $\sigma(P, t) = s$. Con ello se modeliza el caso de que la totalidad de los "cash-flows" generados sean pagados a los propietarios del activo subyacente a medida que surjan.

$$W(P, t) = e^{-r(T-t)} s^{r(T-t)} h(d)$$

El significado y valores de $h(d)$ pueden ser consultados en (41) porque escapan del dominio de esta pregunta.

Esta modelización no ha adquirido amplia difusión cuando se trata de activos subyacentes comercializados en mercados organizados, pero resulta muy útil para lo que hemos identificado como "activos subyacentes conceptuales".

6.1.2.-Valor superior: Opción americana perpetua. En este caso, pretendemos poner un tope al valor de la "opción real" por excelencia que se comporta como una opción americana a plazo. Además, muchas "opciones reales", pueden ser modelizadas con este tipo de "opción financiera". En paralelo con lo anterior, establecemos dos propuestas:

A) "Distribución normal logarítmica": Similar en sus planteamientos y posibilidades al punto A inmediatamente anterior (es decir; $\sigma(P) = s$ y $D(P) = \delta \cdot P$ siendo s y δ constantes). El resultado es:

$$W(P) = \frac{P^*}{\gamma} \left[\frac{P}{P^*} \right]^\gamma + \frac{d}{r}$$

El último sumando hace referencia al valor actualizado de los dividendos de la opción.

Siendo :

$$P^* = \frac{\gamma}{\gamma - 1} (K + d/r)$$

$$\gamma = \frac{1}{2} + \frac{\delta - r}{s^2} + \frac{1}{2} + \left(\left(\frac{\delta - r}{s^2} \right)^2 + \frac{2r}{s^2} \right)^{1/2}$$

B) "Distribución aritmética": Similar en sus planteamientos y posibilidades al punto B inmediatamente anterior. Esto significa que:

$$W(P) = \frac{d}{r} + \frac{1}{\gamma} e^{-\gamma (P - P^*)}$$

Sí bien la definición de P^* no ofrece problemas, la de γ necesita la inclusión de determinados conceptos que desbordan el ámbito de esta tesis.

Aquí también el primer sumando, representa el valor actualizado de los dividendos de la opción.

6.2.-Modelo de valoración de "opciones reales" basado en el binomial para las "opciones financieras".

Esta formulación debida a Cox, Ross, y Rubinstein presenta muchas posibilidades para valorar "opciones reales" por el carácter intuitivo y flexibilidad para modelizar cambios de precios en el activo subyacente y en las opciones. Parte de una consideración discreta del tiempo donde el precio del activo subyacente evoluciona (a "saltos" diríamos) al alza o a la baja (a diferencia de la concepción continua del modelo de "Black-Scholes"). Esta concepción temporal, facilita, por ejemplo, la revaluación de proyectos de inversión mientras se están ejecutando, la valoración de inversiones concatenadas (opciones

compuestas), etc. (42).

La similitud latente con las "opciones financieras", nos permite seguir su esquema para calcular el valor de las "opciones reales" por el método binomial. Así en primer lugar, nos centraremos en el cálculo de valor para un único período de tiempo considerado. Para eso definiremos:

$$R = (1 + r)$$

P = Precio del activo subyacente en el momento t .

$P_U = u P$ = Precio máximo posible del activo subyacente en el momento $t+1$.

$P_D = d P$ = Precio mínimo posible del activo subyacente en el momento $t+1$.

W = Valor de la "opción real" en el momento t .

W_U = Valor máximo posible de la "opción real" en el momento $t+1$.

W_D = Valor mínimo posible de la "opción real" en el momento $t+1$.

Con estas variables, se construye la siguiente igualdad:

$$W = \frac{(P R - P_D) W_U + (P_U - P R) W_D}{(P_U - P_D) R}$$

El modelo multiperíodo, requiere la diferenciación entre movimientos de subida y de bajada en los precios del activo subyacente. Así, si estamos considerando t períodos del tiempo en donde se experimentan n subidas (para $0 \leq n \leq t$), obligatoriamente existirán $t - n$ bajadas de los precios del activo subyacente.

Este hecho nos obliga a considerar los precios en estos términos; $P_n, t-n$ y por extensión, $W_n, t-n$. Siguiendo la fórmula anterior y desde el nodo posterior al que pretendemos valorar, se obtiene:

$$W_n, t-n = \frac{\pi_n, t-n W_{n+1, t-n} + (1 - \pi_n, t-n) W_{n, t+1-n}}{R}$$

El valor de π difiere según la hipótesis de variación de precios del activo subyacente ($P_{0,0}$, es el precio del activo subyacente en el momento inicial):

A) Evolución multiplicativa: $P_n, t-n = u^n d^{t-n} P_{0,0}$

$$\pi_n, t-n = \frac{R - d}{u - d} \text{ donde: } 0 < \pi_n, t-n < 1 \text{ y } d < R < u$$

B) Evolución aditiva: $P_n, t-n = n u + (t - n) d + P_{0,0}$

$$\pi_n, t-n = \frac{P_n, t-n (R - 1) - d}{u - d} \text{ donde: } 0 < \pi_n, t-n < 1$$

La política óptima a seguir con cada opción se descompone en una serie de decisiones tomadas en cada nodo de su vida (en cada momento discreto del tiempo) bajo el principio de optimalidad de la programación dinámica.

Esta simplicidad de planteamiento del modelo binomial, permite centrarnos en los asuntos primordiales en la valoración de "opciones reales" como son los cambios de precio en los activos subyacentes, en las alteraciones de los "cash-flows" o dividendos de los mismos, etc. Así como en cada momento discreto del tiempo, la revisión de "opciones reales" constituyentes de una cartera de inversiones.

7.-COMPATIBILIDAD DEL "ENFOQUE OPCIÓN REAL" CON NUESTRA PROPUESTA DE SELECCIÓN DE PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D.

Nosotros hemos incorporado el enfoque "opción real" como medio de selección de proyectos-programas de I+D porqué: (43)

"Aunque la mayor parte de las aplicaciones de la teoría de valoración de opciones a los problemas anteriores (se refiere a los descritos en el capítulo 14) no están aún resueltas de forma satisfactoria tanto desde el punto de vista teórico como del de su aplicación práctica, sin embargo, esta teoría aparece en el momento actual, como la herramienta más apropiada para dar una solución cuantitativa a dichos problemas. La ayuda a su resolución serviría adicionalmente y de modo importante, para conciliar el desfase existente actualmente, en lo referente al análisis de proyectos de inversión, entre los enfoque financiero y desde el punto de vista de la estrategia de la empresa".

A la vista de la posible consideración de un proyecto-programa de I+D como un "agregado de dos opciones reales" (una por cada fase como se ve en el capítulo próximo), podemos replantearnos algunos conceptos incluidos en nuestra metodología. El gráfico nº15.1 donde se representa gráficamente las etapas de nuestra propuesta (mediante un "embudo"), aparecen una serie de posiciones intermedias que son posible definir desde este enfoque:

A) Definición de "proyectos-programas de I+D aceptados": Son "opciones reales" ciertas sobre las dos fases de esos proyectos-programas de I+D.

B) Definición de "cartera de I+D en reserva": Son "opciones reales" ciertas sobre las dos fases de aquellos proyectos-programas de I+D que hayan superado el "test estratégico y financiero" (etapa 4ª). La principal diferencia con el estado anterior, es que estas "opciones reales" se encuentran a la espera de nueva información relevante o a variaciones de criterios, estrategias, etc. que posibiliten el ejercicio de ellas. Por ello, es posible afirmar que tienen muchas posibilidades de ser ejercidas en el tiempo.

C) Definición de "cartera de I+D": Se trata, en su situación inicial, de "opciones reales" sobre la 2ª y 3ª etapa de proyectos-programas de I+D. Al menos, la primera etapa de todas ellas se está ejecutando y por tanto la "opción real" asociada ha sido ejercida. De la propia definición se deduce que dentro de la "cartera de I+D" existirá una combinación de opciones reales sobre la 2ª y 3ª etapa de un determinado proyecto-programa de I+D o simplemente sobre esta última. Además, existirá un conjunto de proyectos-programas de I+D en el desarrollo de su última etapa y por consiguiente, se habrá perdido sobre el cualquier "opción real", pero no por ello deben ser desdeñados.

La construcción de estas definiciones, es la muestra del alto nivel de compenetración existente entre nuestra propuesta y el enfoque de "opción real". Con ello, se abre la posibilidad de tratar las dos "carteras de I+D" con los principios rectores de las opciones financieras, aunque con las matizaciones necesarias por tratarse de "opciones reales". Esta identificación, podría aplicarse tanto en el ámbito de la selección y valoración, como también en el de la realimentación de nuestra propuesta (tratado en la pregunta 9 del capítulo anterior).

Otra muestra de esta compenetración es el importante el papel a jugar en la financiación de los propios proyectos-programas de I+D (44). Si el mercado externo de capitales, participa de la visión de "opción real", facilitara fondos a aquellos promotores que generen opciones pero penalizará a quienes las ejerciten. Es interesante hacer notar que esto es lo sucedido en Estados Unidos con la biotecnología cuando las empresas de este sector pasaron de buscar diferentes productos nuevos, a tratar de explotar comercialmente los pocos que habían descubierto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 16:

(1).-SCHIMIDT, Robert L. y FREELAND, James R. "Recent Progress in Modeling R&D Project-Selection Processes." IEEE Transactions on Engineering Management. Mayo 1.992. Vol: 39. N°: 2. p: 189.

(2).-SCHIMIDT, Robert L. y FREELAND, James R. Ob.Cit. p: 189.

(3).-HALL, David L. y NAUDA, Alexander. "An Interactive Approach for Selecting IR&D Projects". IEEE Transactions on Engineering Management. Agosto 1.988. Vol: 35. N°: 3. p: 127.

(4).-SCHIMIDT, Robert L. y FREELAND, James R. Ob.Cit. p: 189.

Sobre la falta de adecuación de la programación lineal, ver:

Business Week. "Supermath for the Real World." 5 de Septiembre de 1.994. N°: 3373. p: 46 - 47.

(5).-SCHIMIDT, Robert L. y FREELAND, James R. Ob.Cit. pp: 189 - 190.

(6).-HALL, David L. y NAUDA, Alexander. Ob.Cit. p: 127.

(7).-HALL, David L. y NAUDA, Alexander. Ob.Cit. p: 127.

(8).-HALL, David L. y NAUDA, Alexander. Ob.Cit. p: 127.

(9).-ALBALA, Américo. "Método por etapas para la evaluación y selección de proyectos de investigación y desarrollo (I+D)."

Publicado en:

ESCORSA, Pere. "La gestión de la empresa de alta tecnología." Ariel. Barcelona 1.990. p: 155.

(10).-HALL, David L. y NAUDA, Alexander. Ob.Cit. p: 128.

(11).-HALL, David L. y NAUDA, Alexander. Ob.Cit. p: 128.

(12).-HALL, David L. y NAUDA, Alexander. Ob.Cit. p: 128.

(13).-SCHIMIDT, Robert L. y FREELAND, James R. Ob.Cit. p: 180.

(14).-SHANK, John K. y GOVINDARAJAN, Vijay. "Strategic Cost Analysis of Technological Investments." Sloan Management Review. Octubre 1.992. Vol: 34. N°: 1. pp: 43 - 44.

(15).-SCHIMIDT, Robert L. y FREELAND, James R. Ob.Cit. p: 191.

(16).-HALL, David L. y NAUDA, Alexander. Ob.Cit. p: 128.

(17).-SHANK, John K. y GOVINDARAJAN, Vijay. Ob.Cit. p: 40.

(18).-DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. "The Options Approach to Capital Investment". Harvard Business Review. Mayo-Junio 1.995. Vol: 73. N°: 3. p: 105.

(19).-DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. Ob.Cit.(1.995) p: 111.

(20).-DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. Ob.Cit.(1.995) pp: 105 y 106.

(21).-Un resumen de estas debilidades aparece en el capítulo 14.

(22).-Los cuatro primeros puntos pertenecen a:

SICK, Gordon. "Capital Budgeting With Real Options". Salomon Brothers Center for the Study of Financial Institutions - Leonard N. Stern School of Business New York University. Monograph Series in Finance and Economics. N°: 1.989-3. p:3.

La quinta proposición, está recogida en:

GIL GARCIA, M^a Elena. "Valoración de opciones estratégicas: El enfoque de la "option pricing theory"". Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Madrid, 1.991. p: 300.

(23).-"Las denominadas opciones compuestas hacen referencia a las opciones sobre opciones que pueden ser de cuatro formas distintas:

- a) Opción de compra con una opción de compra.
- b) Opción de compra de una opción de venta.
- c) Opción de venta de una opción de compra.
- d) Opción de venta de una opción de venta."

DIEZ DE CASTRO, Luis T. y MASCAREÑAS, Juan. "Ingeniería financiera" (2^a edición). Mc Graw-Hill. Madrid 1.994. p: 225.

(24).-SICK, Gordon. Ob.Cit. p: 4.

(25).-DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. Ob.Cit.(1.995) pp: 106 y 109.

(26).-Según lo expresado en el capítulo 6, punto 6.2.4. y en GIL GARCIA, M^a Elena. Ob. Cit. pp: 291 y ss.

(27).-DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. Ob.Cit.(1.995) p: 107.

(28).-DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. Ob.Cit.(1.995) pp: 108 - 109.

(29).-DIEZ DE CASTRO, Luis T. y MASCAREÑAS, Juan. Ob.Cit. p: 133.

- (30).-SICK, Gordon. Ob.Cit. p: 4.
- (31).-DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. Ob.Cit.(1.995) p: 107.
- (32).-GARCIA, M^a Elena. Ob. Cit. pp: 276 - 277.
- (33).-Una discusión de estos ejemplos aparece en:
DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. Ob.Cit.(1.995) pp: 111 - 115.
- (34).-DIEZ DE CASTRO, Luis T. y MASCAREÑAS, Juan. Ob.Cit. pp: 167 - 171.
- (35).-SICK, Gordon. Ob.Cit. p: 10.
- (36).-SICK, Gordon. Ob.Cit. pp: 10 - 15.
- (37).-SICK, Gordon. Ob.Cit. p: 10.
- (38).-SICK, Gordon. Ob.Cit. p: 12.
- (39).-SICK, Gordon. Ob.Cit. pp: 29 y 50.
- (40).-La formulación establecida en la pregunta 6, proviene de:
SICK, Gordon. Ob.Cit. pp: 16 - 54.
- También, véase: DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S.
"Investment under Uncertainty". Princeton. 1.994.
- (41).-SICK, Gordon. Ob.Cit. pp: 28 - 30.
- (42).-Aunque generalmente se acepta el fenómeno inversor como "continuo" en el tiempo, su concepción discreta permite un acercamiento simple y con mínimo conocimiento matemático.
DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. Ob.Cit. (1.994). p: 29.
- (43).-RUIZ, Felipe. "Aplicación de la teoría de valoración de opciones a las finanzas de empresa." Cuadernos Económicos de I.C.E. N° 1.986/1. p: 31.
- (44).-DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. Ob.Cit.(1.995) p: 113.

CAPITULO 17: Hacia una técnica cuantitativa de selección de inversiones en I+D generalmente aceptada.

1.-DISEÑO DE UN CRITERIO PRACTICO DE SELECCION DE INVERSIONES EN I+D.

Conocida la compatibilidad teórica entre nuestra propuesta y el enfoque "opción real", y los fundamentos de los enfoques clásico e integrador, sólo queda preguntarnos como construir un criterio de selección operativo. Con este fin, vamos a proponer una serie de actuaciones para dar contenido práctico a la quinta etapa de nuestra propuesta de selección y que darán como resultado un sistema mixto de valoración de proyectos-programas de I+D aplicable por el mundo empresarial.

Analicemos que recibimos de las etapas anteriores; un proyecto-programa de I+D candidato estratégica y financieramente viable, con una probabilidad subjetiva consensuada de obtener resultados técnicos y comerciales, y con un plazo aproximado para su terminación.

Sobre esta "materia prima", diseñaremos un "modus operandi" que creemos superior técnicamente a otros modelos cuantitativos aislados. Esta herramienta, permitirá al usuario valorar diferentes inversiones en I+D alternativas en el entorno delimitado por nuestra propuesta por etapas para la selección de este tipo de inversiones. Es en este contexto aislado de perturbaciones externas, donde se puede comprender las "asunciones heroicas" que nos veremos obligados a realizar. Por eso, adaptada a cada circunstancia, nuestra propuesta puede alcanzar una cierta validez universal.

Entonces, su utilidad proviene porque los inversionistas podrán

considerar un proyecto-programa de I+D superior o inferior a otros tratados en su conjunto con una misma metodología y bajo las mismas premisas. Quizás, por esto, considerar el resultado como un precio de mercado del proyecto-programa de I+D no resultaría descabellado siempre y cuando no se pierda del horizonte los orígenes del mismo.

El primer paso a dar en este sentido, lo constituye el replanteamiento de los proyectos-programas de I+D como "opciones reales", para luego formular una técnica mixta e inductiva de selección.

2.- LOS PROYECTOS-PROGRAMAS DE I+D COMO "OPCIONES REALES".

Se afirma en el capítulo anterior que las inversiones en I+D constituyen unos de los ejemplos paradigmáticos de "opciones reales". Analicemos porqué.

En primer lugar, nos puede resultar útil la siguiente cita (1):

"Piense en el proceso seguido por una innovación tecnológica desde que nace, mediante la investigación básica, hasta el desarrollo del producto, la producción piloto y la prueba de mercado, y, finalmente, la producción comercial en amplia escala. La decisión de producir, es un problema normal de presupuesto de capital. La decisión de realizar una producción piloto y una prueba comercial es como comprar una opción para producir a escala comercial. Comprometer fondos en el desarrollo del producto, es como comprar una opción para una producción piloto y una prueba comercial. La inversión en investigación en la primera etapa es como adquirir una opción para comprar una opción para adquirir una opción."

En consecuencia, podemos afirmar que todas las segundas fases de un proyecto-programa de I+D se constituye en una "opción real" para los inversores de la primera fase. Ampliando el radio de

acción, los proyectos-programas de I+D derivados constituyen una "opción real" de los plataforma y estos a su vez de los transversales o de los fusión, etc. (2). Como conclusión, la segunda fase de una innovación tecnológica sea cual sea su diseño para alcanzar el mercado, es una "opción real" cuyo valor crece en dos direcciones; a medida que lo hace el grado de innovación incorporada y el número de proyectos-programas que la acercan al mercado. Así, podemos definir la segunda fase como una "pirámide de opciones reales", donde los proyectos-programas de I+D de menor rango aumentan las posibilidades de los de mayor para una misma innovación tecnológica resultado de la primera fase.

Del mismo modo, el modelo de proyecto-programa de I+D de tres etapas se adapta perfectamente a esta proposición. Y nos permite afirmar que es posible descomponer cada proyecto-programa de I+D en tres "opciones reales" diferentes, pero secuenciales e interrelacionadas.

Hemos construido el cuadro nº17.1 donde aparecen las características más sobresalientes de las "opciones reales" conformadas por la primera y segunda fase.

Pese que nos referiremos más adelante al precio del activo subyacente (punto 3.2.1) y al de ejercicio (punto 3.2.2), del contenido del cuadro, sobresalen los siguientes aspectos:

A) La capacidad de autofinanciación reconocida a la segunda fase de un proyecto-programa de I+D se explicita como consecuencia de la coexistencia de dos valoraciones; una interna ("opción de compra") y otra externa ("opción de venta").

B) Aunque en terminología financiera, este tipo de "opción real" esté "in the money" (por ejemplo, el VAN previsto es positivo), no necesita ser ejercida necesariamente (3). Constituiría, parte de la denominada "cartera de I+D en reserva".

Cuadro nº17.1.- Las fases de un proyecto-programa de I+D como "opciones reales".

	PRIMERA FASE	SEGUNDA FASE
ACTIVO SUBYACENTE	"Opción real" representada por la segunda fase del proyecto- programa de I+D.	Patente o innovación tecnológica conseguida en forma de nuevo producto o proceso o en la mejora de los existentes.
TIPO "OPORTUNIDAD DE INVERSION"	Ventajas competitivas actuales a partir de las cuales se generan los proyectos-programas de I+D.	Inversiones realizadas con anterioridad. En concreto, los desembolsos correspondientes a la primera fase.
PRIMA DE LA "OPCION REAL"	Coste real de la primera fase.	Coste total del proyecto-programa de I+D.
DURACION	Desde la concepción del proyecto-programa de I+D hasta que se realice la primera inversión en él.	La duración de la primera etapa.
FECHA EXPIRACION	Momento de la primera inversión en el proyecto-programa de I+D.	Momento de la primera inversión en la segunda fase del proyecto-programa.
OPCION FINANCIERA EQUIVALENTE	"Opción americana de compra sobre otra opción". (Opción compuesta).	<p>• "Opción europea de compra" (sí el promotor ejecuta por sí mismo la segunda fase).</p> <p>• "Opción europea de venta" (sí para la segunda fase se adopta alguna de las formas de gestión externa).</p>

C) Cabe la posibilidad de incorporar información relevante para la segunda fase mientras se ejecuta la primera que pudiera modificar la "opción real" asociada.

D) Para la primera fase, consideramos que el ejercicio de la misma se produce en cualquier momento de su vida y por tanto será una "opción americana". Por el contrario, la segunda fase solamente podrá ser ejercida o abandonada al finalizar la primera fase o al darla por concluida con lo cual, nos encontramos ante una "opción europea".

No creemos necesario, detenernos en ver el grado de cumplimiento que los proyectos-programas de I+D tienen de las características definitorias de las "opciones reales" expuestas en el capítulo previo. Para a cada proyecto-programa de I+D individualizado, sí será de utilidad este repaso porque da pistas de actuación para comprender la naturaleza de estos como "opciones reales" específicas.

3.-NUESTRO ENFOQUE DE VALORACION DE UN PROYECTO-PROGRAMA DE I+D.

Nuestro planteamiento, descansará en una concepción del proyecto-programa de I+D formado por una segunda fase que constituye una "opción de compra" (si se ejecuta por el mismo promotor que la primera) o de venta (si se establece alguna forma de colaboración externa de acuerdo con el contenido del capítulo 12) de las inversiones realizadas en la primera fase. Esta, constituirá la prima pagada por la opción que representa la segunda fase según el esquema expuesto en la pregunta anterior.

Bajo este punto de partida, desdoblamos el problema de la valoración de proyectos-programas de I+D en sus dos componentes:

3.1.-Valoración de la primera fase de un proyecto-programa de I+D mediante el enfoque "integrador".

Observando desde este prisma el conjunto de las cuatro etapas previas de nuestra propuesta de selección, aparecen con un significado más profundo. Suponen una recopilación exhaustiva de información a partir de la cual, poder valorar la contribución cuantitativa a la estrategia de la empresa. Así, tras el test de adecuación estratégica conocíamos si cualitativamente el proyecto-programa de I+D contribuía a esta, ahora debemos determinar en cuanto se cifra esta participación.

Estrechamente ligado con el párrafo anterior, se hace necesario reconocer que la valoración de la primera fase de un proyecto-programa de I+D, nos debe dar las claves para establecer los valores de determinadas variables de su segunda fase.

Enconsertado entre estas dos restricciones, la capacidad de los tres enfoques disponibles queda cuestionada:

A) Enfoque clásico: Al estar centrados en resultados cuantitativos, y estos no son proporcionados por la primera fase del proyecto-programa de I+D su aplicación con lógica y coherencia queda muy reducida.

B) Enfoque integrador: Tanto por la información disponible y generada desde la primera etapa de nuestra propuesta como los resultados que perseguimos (cuantificación de la contribución estratégica y fijación de determinadas variables necesarias para valorar la segunda fase), aparece como el método más apropiado para valorar la primera fase del proyecto-programa de I+D.

Con este fin, las empresas deberán diseñar de acuerdo con su organización y cultura corporativa una sistemática que les permita analizar en términos cuantitativos la "cadena de valor", los "generadores de costes", y las "ventajas competitivas" correspondiente a la primera fase del proyecto-programa de I+D.

Ejemplos reales de esta sistemática aparecen recogidos en la bibliografía empleada en esta cuarta parte de la tesis (4).

C) Enfoque "opción real": De la pregunta anterior, deducimos para la primera fase, un activo subyacente de los denominados "conceptual" (con las consiguientes dificultades para fijar el precio del activo y el de ejercicio) y una naturaleza como "opción compuesta". Estas dos características, imposibilitan la aplicación con garantías de las técnicas de valoración de "opciones reales" expuestas en el capítulo 16.

Por eliminación y como ya se ha señalado, es el "enfoque integrador" el más adecuado para evaluar las primeras fases de los proyectos-programas de I+D. Tras la aplicación de la sistemática que lo haga operativo, deberemos conocer entre otros datos:

A) El incremento mínimo del volumen de ventas a generar por el producto nuevo o mejorado resultado del proyecto-programa de I+D para considerarlo estratégicamente interesante.

B) Si se refiere a procesos, la mejora mínima en los márgenes y su traducción monetaria para participar en la estrategia global de la empresa.

C) Una estimación muy exacta del coste asociado al desarrollo de la primera fase.

D) Una comprobación de las probabilidades de éxito técnico y comercial a partir de los datos proporcionados al final de la tercera etapa.

Valorada con esta metodología, la primera fase, se resume en una cifra de negocio posible como consecuencia de la inversión en I+D

a realizar. Este número, puede aparecer corregido por la probabilidad de éxito técnico.

3.2.-Valoración de la segunda fase de un proyecto-programa de I+D mediante el enfoque "opción real".

La mayoría de los métodos diseñados para valorar "opciones reales" (5) concentran sus esfuerzos en modelizar la evolución de los precios del activo subyacente. Esta postura, si bien resulta útil para valorar "opciones reales" vinculadas a la posesión de determinados activos (por ejemplo, minas, campos petrolíferos, centrales eléctricas, etc.), deja escapar el importante componente estratégico que puedan tener otras inversiones susceptibles de ser tratadas por este enfoque.

Por otro lado, la circunstancia anterior obliga al empleo de complejos modelos matemáticos que relentizan e incluso pueden bloquear el proceso de toma de decisiones de inversión en un campo tan dinámico como la función de I+D. Además, el uso de esas técnicas, no garantiza una mayor exactitud ni disminuyen las posibilidades de error.

Movidos por estos dos inconvenientes que el enfoque "opción real" presenta para inversiones como las de I+D, así como por la necesidad de conocer el valor de la segunda fase de un proyecto-programa de I+D como "opción de compra" y como "opción de venta", nos obliga a replantear sus formulaciones. En primera instancia, debemos trasladar el centro de gravedad del problema desde el activo subyacente hacia el componente estratégico de la inversión en cuestión. Posteriormente, debemos diseñar una técnica de cálculo lo suficientemente conocida, estudiada y fácil de calcular para apoyar el proceso de toma de decisiones.

Con estos dos objetivos presentes, vamos a recurrir a la conocida fórmula de "Black-Scholes" de valoración de "opciones financieras" de compra: (6)

$$c = S_0 N(d_1) - E e^{-R_f t} N(d_2)$$

Siendo:

$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / E) + R_f t + 1/2 \sigma^2 t}{\sigma (t)^{1/2}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma(t)^{1/2}$$

Del mismo modo, podemos formular el precio de la "opción financiera" de venta:

$$p = S_0 [N(d_1) - 1] - E e^{-R_f t} [N(d_2) - 1]$$

Estamos utilizando la misma nomenclatura que cuando describimos los factores determinantes del precio de una "opción financiera" (7). Los supuestos en que se asienta esta fórmula son: (8)

- A) El precio de los activos sigue una distribución normal logarítmica por lo que los rendimientos se distribuyen normalmente.
- B) El valor de los rendimientos es conocido y directamente proporcional al paso del tiempo.
- C) No hay costes de transacción, así que se puede establecer una cobertura sin riesgo entre el activo y la opción si ningún coste.
- D) Los tipos de interés son conocidos y constantes.
- E) Durante el período de ejercicio, la acción subyacente no pagará dividendos.

F) Las opciones son de tipo europeo.

Veamos el grado de cumplimiento de estos supuestos por la segunda fase de un proyecto-programa de I+D. En lo referido los dos primeros puntos, parece razonable y asumible que el incremento del valor de la patente (como paradigma de activo subyacente de esta segunda fase), se incremente a medida que lo hace la inversión a ella dedicada con la consiguiente reducción de riesgos.

Con respecto a los costes de transacción, estos no existen porque carecen de sentido. La transmisión de un proyecto-programa de I+D incompleto es casi imposible porque hasta que alcance un resultado concreto carece de valor frente a terceros. Por consiguiente, es posible establecer, al menos sobre el papel, una cobertura sin riesgos. En otro orden, la asunción de unos tipos de interés conocidos e invariantes, entran dentro de la lógica de cualquier proceso de valoración de inversiones.

Finalmente los dos últimos puntos son cumplidos porque durante el período de ejercicio de la opción (es decir durante la primera fase), no es posible la generación de rendimientos y podemos considerar la segunda fase como opción europea porque hasta que no concluya el período de ejercicio, no sabremos si podrá ser ejercida (resultado positivo) o abandonada (resultado negativo de la primera fase).

Ante este alto grado de compatibilidad de los requisitos de la fórmula de "Black-Scholes", nos preguntamos ¿qué impide su aplicación directa a la valoración de las segundas fases de proyectos-programas de I+D?.

La respuesta a esta pregunta retórica, es una correcta definición de las variables que participan en la metodología. Para subsanar esta deficiencia, proponemos la siguiente redefinición de algunos de los parámetros que intervienen.

Por eso, proponemos aplicár la fórmula de "Black-Scholes" a la segunda fase de un proyecto-programa de I+D utilizando para ello las siguientes variables:

3.2.1.-Significado de S_0 para proyectos-programas de I+D:
El precio del activo subyacente debe ser entendido desde una vertiente más estratégica. Todo proyecto-programa de I+D, representa la introducción, sustitución o mejora de un producto o proceso, y debe ser este hecho el determinante de la variable S_0 . Se trata, en consecuencia, de valorar la situación anterior a la realización del proyecto-programa de I+D, en términos de beneficios para la empresa para obtener el valor de S_0 . En su defecto, es posible acudir a factores externos. A través de unos ejemplos es posible comprender mejor esta propuesta:

A) Imaginemos un fabricante de automóviles que estudia reemplazar su modelo de mayor éxito en los últimos años. El valor que atribuiría a esta variable podría ser bien el beneficio global obtenido por la venta del coche a sustituir (número unidades vendidas por beneficio unitario) o la cuota obtenida sobre ese segmento del mercado de automóviles (por ejemplo 19% de un mercado de 3.000 millones de Ptas.)

B) Una compañía farmacéutica se plantea el lanzamiento al mercado de un nuevo y revolucionario principio activo para tratar a pacientes de cáncer. En su cartera de producto, no existe ni ha existido un producto de las mismas características. En esta situación, se tienen dos posibles acciones; considerar S_0 igual a cero o estimar que participación del mercado actual tendría un producto de este tipo (quizás sea una postura más prudente que la anterior).

3.2.2.- Significado de E para proyectos-programas de I+D:

Partimos también de una visión de esta variable más estratégica. Para nosotros, el precio de ejercicio de una segunda fase de un proyecto-programa de I+D debe ser el volumen de ventas, beneficios, etc. mínimo exigible a la innovación tecnológica que se obtenga para que tenga relevancia en la estrategia futura de la empresa.

Como hemos dicho, la cuarta etapa ("test de adecuación estratégica y financiera") se centra en la compatibilidad pero no cuantifica la contribución económica del proyecto-programa de I+D. El medio de hacerlo es fijando una cantidad "deseable" y en función de ella, valorar la opción que representa la segunda fase.

Una formulación práctica interesante para atribuir un valor a E es la referenciación a la competencia. Manteniendo los ejemplos anteriores podemos decir:

A) Que la empresa automovilista, podrá tomar como valor de ejercicio la cuota de mercado y el volumen de negocio asociado al automóvil líder del segmento.

B) La empresa farmacéutica, haría algo similar con algún producto líder de la competencia.

Si nos es posible encontrar esta referencia (la innovación tecnológica generada crea un nuevo mercado, por ejemplo), el valor de E debe obtenerse por medios internos en función del coste del proyecto-programa de I+D y el margen de beneficio deseado o necesario para cubrir los objetivos estratégicos.

3.2.3.-Significado de σ^2 para proyectos-programas de I+D: Este es el concepto de más difícil adecuación al entorno de I+D. Si bien la varianza representativa de la volatilidad del mercado presenta problemas en el caso de "opciones financieras", (9) creemos posible alcanzar una solución de

compromiso razonable tal y como se hacen en el mundo financiero. Ni decir tiene que estamos ante un valor con un componente subjetivo imposible de evitar.

Un primer valor de σ^2 nos viene dado de las cuatro etapas anteriores; la probabilidad de éxito técnico atribuida al proyecto-programa de I+D. Otro posible valor puede ser asignado por convenio. Esto implica en dotar a cada categoría de proyecto-programa de I+D de un valor de σ^2 en relación a su grado de innovación y de la experiencia pasada en el desarrollo de actividades de I+D similares. Este convenio, entendido en el proceso de selección entre alternativas posibles, resulta adecuado porque se encuentra cerrado el exterior con lo cual las decisiones tomadas tienen homogeneidad.

3.2.4.-Significado de T para proyectos-programas de I+D: Para dotar de contenido a esta variable, nos debemos referir al anexo IV. Allí, definíamos el "tiempo de desarrollo", ahora si limitamos este concepto a la duración de la primera fase del proyecto-programa de I+D, nos encontramos con el concepto de tiempo de vida de la "opción real" representada por la segunda fase.

La única variable restante para la aplicación de la fórmula, el tipo de interés sin riesgo, mantiene el mismo significado que para las "opciones reales" y sería el tipo pagado por la Deuda Pública a largo plazo.

3.3.-Ventajas de la formulación de "Black-Scholes" frente a otros medios de valoración de "opciones reales".

Decidirnos por emplear la valoración "Black-Scholes", no solamente responde a las ventajas aludidas de desvincular de las variaciones de precios del activo subyacente y dotar de vocación estratégica a la técnica de selección. Creemos ver, además, las siguientes oportunidades:

A) El modelo de "Black-Scholes" está lo suficientemente probado y cuenta con el reconocimiento generalizado con lo cual resulta más sencillo el traspaso de su campo inicial de aplicación.

B) Esto implica que no es necesario explicar el modelo. Los agentes económicos reconocen la solvencia del mismo y aceptan sus resultados. Otros métodos de valoración de "opciones reales" no gozan de esta misma aceptación.

C) Existe una adecuada adaptación de las características de los proyectos-programas de I+D con los supuestos de partida de la fórmula "Black-Scholes".

D) Por la facilidad de cálculo, casi simultáneo, de los valores de la opción de compra y de venta.

E) Esta facilidad metodológica y explicativa permite el diseño de alternativas distintas de segundas fases para posteriormente decidirse por una de ellas.

F) Facilita un completo análisis contrastado de sensibilidad

G) Proporciona un valoración prudente. Prácticamente coincide con el límite inferior propuesto en el capítulo anterior para las "opciones reales".

Con estos argumentos, podemos relativizar para los proyectos-programas de I+D, el cuestionamiento del modelo "Black-Scholes" para valorar "opciones reales": (10)

"Lo que ya sí podemos afirmar (...), es que el modelo de Black y Scholes es, a todas luces, insuficiente para asimilar las características que presentan los distintos activos subyacentes."

Este conjunto de ventajas, a nuestro juicio, pueden justificar

la elección del modelo "Black-Scholes" siempre según el esquema descrito, como alternativa a las técnicas más complejas de valoración de "opciones reales" descritas en el capítulo previo.

3.4.-Ventajas de una formulación que trate por separado las dos fases de un proyecto-programa de I+D.

En paralelo con nuestra concepción dualista de los proyectos-programas de I+D, Dixit y Pindyck (11) proponen un modelo basado en las "opciones reales" para valorar inversiones secuenciales con un orden particular. Entre las más significativas inversiones de este tipo, estos autores citan dos de las más propias de I+D; el diseño y producción de una aeronave, y el lanzamiento de un nuevo medicamento.

Dos aspectos, respetados por los proyectos-programas de I+D, deben ser tenidos en cuenta para considerar una inversión multietapa susceptible de ser tratada por este modelo:

A) Estos proyectos de inversión no generan flujos de caja hasta su total terminación.

B) Existe la posibilidad real de abandonar temporal o permanentemente la inversión si el valor del proyecto completo se reduce o si los costes esperados para su terminación suben.

A partir de este punto, la modelización se realiza tanto para el proyecto completo como para cada una de sus dos partes por separado (12). Creemos interesante, ofrecer las conclusiones más importantes que estos autores hacen sobre su modelo porque son ampliables a nuestra "técnica mixta":

A) La solución obtenida para un proyecto multietapa (dos etapas en nuestro caso), es idéntica que la aplicable para el proyecto en su conjunto. Entonces, ¿cuáles serían las ventajas de aplicar una metodología que diferenciase las

dos etapas? Se citan dos:

A.1) Al requerir tiempo, las inversiones se realizan en su primera etapa y con cierta frecuencia, existe un paréntesis antes de acometer las sucesivas inversiones. Este plazo es debido a factores de diferente índole; técnico, financiero, etc. y no queda contemplado en los modelos que valoran inversiones globalmente.

A.2) Generalmente, las dos etapas requieren diferentes conocimientos técnicos y de gestión o incluso pueden ser ejecutadas en diferentes localizaciones para aprovechar determinadas ventajas competitivas o fiscales. Estas razones, abren la posibilidad a una venta del proyecto parcialmente terminado. Se hará necesario conocer el precio en ese momento. Los modelos que contemplan por separados las dos etapas, son capaces de ofrecer este precio.

B) Los modelos multietapa, dotan a las decisiones de inversión de la flexibilidad suficiente para poder decidir si continuar, detener o abandonar un proyecto en el caso de alteraciones sustanciales en las condiciones de la inversión al comienzo de cada etapa.

C) El conocimiento del valor de la "opción" a invertir en las etapas posteriores colabora en la decisión de emprender los primeros pasos del proyecto para luego, o bien continuar por uno mismo, o bien ceder a un tercero los derechos a ejecutar el resto de etapas. Este hecho es fundamental en sectores como la biotecnología donde son muy diferentes los procesos de obtención de un nuevo compuesto (generalmente por empresas pequeñas) y los recursos necesarios para probar, producir, lograr la autorización para la venta y por último comercializarlo (tareas propias de un gran laboratorio).

D) Factores externos como puede ser regulaciones administrativas previas a la comercialización de un innovación (en forma mayoritaria de autorizaciones), exigen contemplar por un lado su existencia y por otro, su posible variación en el tiempo dentro de los modelos de valoración de inversiones tal y como puede ocurrir en los modelos multietapa.

A pesar de la diferencias conceptuales de nuestra técnica con la de Dixit y Pindyck, ambas comparten la idea de una separación entre fases de los proyectos de inversión y por consiguiente, estas conclusiones no pierden vigencia al ampliar sus contenidos.

4.-CRITERIO DE SELECCION.

Después de aplicar nuestra técnica, se hace necesario decidir si es interesante emprender el proyecto-programa de I+D y entre aquellos que si resulten rentables cuales de ellos emprender en solitario o con un tercero.

Basándonos en el marco decisorio de las "opciones financieras", para el primer problema, las decisiones a tomar se resumen en:

A) Sí el COSTE TOTAL DEL PROYECTO-PROGRAMA DE I+D > VALOR ESTRATEGICO DE LA PRIMERA FASE + VALOR OPCION DE COMPRA DE LA SEGUNDA FASE. Desestimación completa del proyecto-programa de I+D.

B) Sí el COSTE TOTAL DEL PROYECTO-PROGRAMA DE I+D < VALOR ESTRATEGICO DE LA PRIMERA FASE + VALOR OPCION DE COMPRA DE LA SEGUNDA FASE. Ejecución completa del proyecto-programa de I+D por parte del promotor o en su defecto en asociación con un tercero (segunda fase).

C) Sí el COSTE TOTAL DEL PROYECTO-PROGRAMA DE I+D > VALOR ESTRATEGICO DE LA PRIMERA FASE + VALOR OPCION DE VENTA DE LA SEGUNDA FASE. Desestimación completa del proyecto-

programa de I+D.

D) Sí el COSTE TOTAL DEL PROYECTO-PROGRAMA DE I+D < VALOR ESTRATEGICO DE LA PRIMERA FASE + VALOR OPCION DE VENTA DE LA SEGUNDA FASE. Ejecución completa del proyecto-programa de I+D en asociación con un tercero o en su defecto por el promotor.

La elección entre los diferentes proyectos-programas de I+D seleccionados según el criterio anterior debe hacerse a dos niveles:

A) Desarrollo propio: Para aquellos proyectos-programas de I+D con mayor valor estratégico y para los cuales se posea todos los elementos necesarios para su consecución técnica y comercial.

B) Modalidades de gestión externa: Destinada a los proyectos-programas de I+D con menor valor estratégico, o para los cuales no se esté en condiciones de ejecutar por uno mismo. Con carácter residual se puede emplear para aquellos proyectos-programas carentes de recursos.

El precio de la participación de un tercero se deberá calcular en función del valor estratégico (para la primera fase) y del valor de la "opción real de venta" (para la segunda).

Estas directrices, sólo tienen la validez del ejemplo. Cada promotor de proyectos-programas de I+D puede construir su propio criterio decisorio atendiendo a sus razones sectoriales, organizativas, de terceros interesados, etc.

5.-POSIBILIDADES DE ESTE PRINCIPIO OPERATIVO.

Conociendo que incluso en las "opciones financieras" mucho más estudiadas y modelizadas que los proyectos-programas de I+D

carecen de un modelo universal de valoración (10) nos reafirmamos en las posibilidades de esta "técnica mixta" siempre y cuando:

A) Se enmarque dentro del esquema general de nuestra propuesta de selección porque es dentro de ese "embudo" donde adquiere su pleno significado como una parte más de él.

B) Exista una cierta capacidad directiva para representar diferentes segundas fases de los proyectos-programas de I+D y una vez realizado, valorar a través de datos congruentes y la técnica de "Black-Scholes" las mismas.

C) En el mismo sentido, los directivos, deben ser capaces de ofrecer una valoración lo suficientemente consistente de las primeras fases de cada proyecto-programa de I+D.

D) Se disponga de una metodología más refinada en una doble vertiente; teórica para solventar los problemas de adaptación y práctica (principalmente soportes informáticos).

E) Se tenga la predisposición necesaria para dar entrada en la gestión del proyecto-programa de I+D a terceros interesados.

La asignatura pendiente de nuestra técnica es su falta de contrastación empírica. Aunque hemos realizado intentos de preparar una prueba práctica, nos hemos encontrado siempre con las lógicas reservas de los promotores de I+D a ceder a terceros su información más relevante. No obstante y aunque esta ausencia de un soporte real (13) pueda infundir un cierto escepticismo, nosotros lo interpretamos como una oportunidad y un reto para futuros trabajos (14).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL CAPITULO 17:

(1).-BREALEY, Richard y MYERS, Stewart. "Fundamentos de financiación empresarial". Mc Graw-Hill. Madrid 1.988. pp: 665 - 666.

(2).-Según el esquema descrito en el capítulo 5, pregunta 3 y representado gráficamente en el cuadro nº 5.4.

(3).-DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. "The Options Approach to Capital Investment". Harvard Business Review. Mayo - Junio 1.995. Vol: 73. Nº: 3. p: 112.

(4).-Recomendamos consultar especialmente:

WHELLWRIGHT, Steven C. y CLARK, Kim B. "Revolutionizing Product Development". The Free Press. Nueva York 1.992.

HALL, David L. y NAUDA, Alexander. "An Interactive Approach for Selecting IR&D Projects". IEEE Transactions on Engineering Management. Mayo 1.990. Vol: 37. Nº: 2. pp: 129 - 131.

SHANK, John K. y GOVINDARAJAN, Vijay. "Strategic Cost of Technological Investments". Sloan Management Review. Otoño 1.992. Vol: 34. Nº: 1. pp: 39 - 51.

(5).-Consultar capítulo 16, pregunta 6.

(6).-DIEZ DE CASTRO, Luis T. y MASCAREÑAS, Juan. "Ingeniería financiera" (2ª edición). Mc Graw-Hill. Madrid 1.994. pp: 187 y ss.

(7).-Consultar capítulo 16, pregunta 5.

(8).-DIEZ DE CASTRO, Luis T. y MASCAREÑAS, Juan. Ob. Cit. p: 187.

(9).-GIL GARCIA, Mª Elena. "Valoración de opciones estratégicas: El enfoque de la "option pricing theory"". Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Complutense de Madrid. Madrid 1.991. p: 190.

(10).-GIL GARCIA, Mª Elena. Ob.Cit. p: 260.

(11).-DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. "Investment under Uncertainty". Princeton 1.994. pp: 319 - 352.

(12).-La formulación matemática de este modelo en el caso de inversiones de dos etapas como los proyectos-programas de I+D, aparece en:

DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. Ob.Cit.(1.994) pp: 321 - 328.

(13).-También esta carencia de contratstación empírica es compartida con otras técnicas y modelos de otros autores, como se reconoce en:

DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. Ob.Cit.(1.994) pp: 420 - 425.

(14).-DIXIT, Avinash K. y PINDYCK, Robert S. Ob.Cit.(1.994) p: 425.

CONCLUSIONES DE LA TESIS.

El móvil inicial de nuestro esfuerzo investigador fue proporcionar normas de actuación práctica a los agentes económicos para afrontar la paradójica situación a la que se enfrentan; tener que incrementar y racionalizar sus volúmenes de inversión en I+D por razones de competitividad y el desconocimiento de cómo hacerlo. La ausencia de modelos o de simples referencias al respecto, nos obligó a realizar esta tesis desde la perspectiva del "decisor empresarial" al objeto de extraer posibles normas de actuación en la toma de decisiones relacionada con I+D. Desde este planteamiento, nuestras aportaciones se han concentrado en cuatro aspectos claves y claramente diferenciados:

I.-CONCLUSIONES DEL ANALISIS DEL "MARCO DECISORIO DE I+D".

No es tarea fácil desentrañar la naturaleza de los proyectos-programas de I+D. Su extrema complejidad interna, exige previamente, un acercamiento desde el conocimiento del entorno externo donde se realizan. Así, hemos puesto de manifiesto como la necesaria diferenciación sectorial (resumida en la expresión "umbral mínimo de I+D"), el tamaño de la empresa, la importante presencia del Sector Público o simplemente la concentración y coyuntura del mercado, son contingencias inseparables del concepto inversión en I+D. En el terreno financiero, además, se incorporan requisitos de agentes financieros externos y su especial sensibilidad hacia el "horizonte temporal" y riesgos asociados (no olvidar la "lectura positiva" que de ellos realizamos) a los proyectos-programas de I+D.

Todo este componente externo, sólo puede ser incorporado a los mecanismos internos de las actividades de I+D, a través de una concepción "sistémica" de estas. Este planteamiento, concibe una función de I+D dotada de sus propias variables (las más importantes han sido contempladas en los anexos de la tesis), y pone de manifiesto el hecho de su posible descomposición en "subsistemas"; proyectos-programas de I+D. Estos, a su vez, son

susceptibles de un análisis económico-financiero y por ello, los hemos calificado como nuestra "unidad de trabajo". Por extensión de esta idea, aparece la idea de cartera de I+D aglutinadora de los proyectos-programas de I+D.

En esta asimilación de las actividades genéricas de I+D, hacia conceptos empresariales, hemos analizado la importante conexión existente entre los proyectos-programas de I+D y los objetivos estratégicos de la empresa promotora. La colaboración en la consecución de los mismos, se alza como razón de ser de la función de I+D empresarial, y debe ser el principio y fin de las decisiones de inversión y financiación en este ámbito. Esta vinculación estratégica se extiende más allá de los límites de la propia empresa. La competencia, en su estrategia innovadora, supone una referencia obligada en cualquier política de inversiones en I+D. Por ejemplo, el "fenómeno imitación" es moneda de cambio habitual en el complejo mundo de la innovación tecnológica. Por eso, los competidores reales y potenciales deben ser analizados antes de una decisión.

Lamentablemente, estas cuestiones claves definidoras del marco decisorio de I+D, no son contempladas suficientemente entre la comunidad empresarial y académica donde prevalece todavía lo que hemos denominado "modelo clásico" de I+D. Este, actualmente, se demuestra ineficaz para fundamentar decisiones de inversión o financiación en I+D, y creemos que nuestras aportaciones, pueden revitalizar su vigencia.

II.-CONCLUSIONES DEL ANALISIS DE LAS "DECISIONES DE INVERSION EN I+D".

Cambiar desde las actividades de I+D, hasta sus proyectos-programas, nos permite fijar y analizar sus particularidades económico-financieras.

A este respecto, nuestra primera contribución es la presentación de un modelo clasificador de los proyectos-programas de I+D.

Basado en las capacidades tecnológicas, nos servirá de vehículo eficaz para homogenizar en clases comparables los proyectos-programas de I+D. Además, nos posibilita la definición de las dos fases componentes de todo proyecto-programa de I+D; la primera, dedicada a la generación de la innovación tecnológica y la segunda destinada a acercar la innovación al mercado. Cada una por separado conforma un universo diferenciado de posibilidades, problemas, etc.

Otras utilidades del mismo modelo son; representación gráfica de la cartera de I+D, asignación de responsabilidades departamentales, decidir mercados objetivos, etc. Esta capacidad de representación y clasificación, resulta muy útil para "vender" la necesidad de invertir en un proyecto-programa de I+D al resto de una organización o incluso a agentes externos.

Un segundo escalón necesario para optimizar las decisiones de I+D, es la consideración en nuestro proceso decisorio de las aportaciones más destacadas con origen en las tres etapas (donde las dos primeras conforman la primera fase y la tercera coincide con la segunda fase), en que dividimos la vida de todo proyecto-programa de I+D.

Así, como elementos destacados en la primera etapa de un proyecto-programa de I+D, destacamos la inestabilidad de todo lo que en ella se produce. Además, conviene no olvidar el importante papel que en nuestro modelo de selección se le otorga a esta primera etapa. En el capítulo de riesgos, esta primera etapa debe ser contemplada siempre en términos de "coste de oportunidad" de la inversión. Algo similar ocurre con la variable tiempo, sólo debe ser considerado el "tiempo de reacción interna", particularmente cuando la competencia se ha adelantado a nuestra organización.

Para la segunda etapa, afluyen un mayor número de punto de interés. La cuantificación y tratamiento de activos intangibles necesarios adquiere carta de naturaleza propia en este momento

de la ejecución del proyecto-programa de I+D. También, aparecen las "opciones" generadas al ejecutar un proyecto-programa de I+D como uno de los componentes del mismo más característicos y sobre todo más diferenciador de otros proyectos de inversión más tradicionales. Sin ellas, muchas inversiones en I+D serían difícilmente justificables a través de métodos convencionales de valoración de inversiones en I+D.

Sobre el riesgo, debemos citar que en esta etapa, hacen aparición simultáneamente los riesgos técnicos, organizativos y estratégicos lo que la confiere un perfil muy concreto para actuar en este campo. Por último, la variable tiempo, aquí se manifiesta primordialmente como "tiempo de desarrollo", con la trascendencia económico-financiera de esta. Quizás, por la concurrencia de todas estas circunstancias, no sería arriesgado afirmar que esta segunda etapa, se produce la separación formal del las inversiones en I+D con el resto de inversiones empresariales.

Este distanciamiento, queda ratificado y ampliado en la tercera etapa de los proyectos-programas de I+D. La propiedad industrial como medio de alcanzar la posesión de la innovación tecnológica configura por sí misma un hecho diferencial trascendental. Otro asunto de interés incorporado a esta tercera etapa, son los recursos complementarios del proyecto-programa de I+D como garantía del éxito comercial de la inversión en I+D y como posible fuente financiera. Tras su clasificación y análisis pormenorizado, los recursos complementarios aparecen como inversiones adicionales y necesarias al proyecto-programa de I+D, con unas particularidades estratégicas dignas de atención prioritaria. Por último, en el proceso de desinversión en I+D, se encuentra una de las claves de esta tercera etapa; su valor residual que tiene sus propias particularidades con respecto a otras inversiones. Los riesgos financieros y de mercado, aparecen en este momento como los más característicos de esta tercera etapa. Del mismo modo, el ciclo de vida del producto o proceso así como, el tiempo de reacción de la competencia, son las

manifestaciones de la variable tiempo.

Creemos que así quedan reflejados en estas conclusiones todos los aspectos a considerar en un proceso de toma de decisiones de inversión en I+D. Este esquema cronológico potencia la "perspectiva del decisor" como punto de vista de nuestro esfuerzo investigador.

III.-CONCLUSIONES DEL ANALISIS DE LAS "DECISIONES DE FINANCIACIÓN DE I+D".

Resulta difícil establecer unos principios rectores útiles para los promotores de I+D en lo que se refiere a sus decisiones de financiación. Para obviar este problema, el argumento que hemos seguido ha sido el estudio de los mecanismos de asignación de capitales. Primero en un modelo general y luego en otro específico para I+D.

En el caso del mercado externo de capitales, su conducta como mecanismo de asignación de capitales para I+D, se refleja en un cambio de comportamiento en los agentes económicos. Dos expresiones reflejan esta actitud; "miopía de mercado" y "miopía de dirección". Otro hecho relevante es la aparición de nuevos participantes para la financiación.

La falta de sensibilidad hacia inversiones como I+D, condena al mercado externo de capitales a un papel secundario en la financiación de proyectos-programas de I+D. Sólo el cobro de una "prima de riesgo" generalmente excesiva, conforta a los agentes financiadores tradicionales para participar. Esta situación es conocida como "miopía de mercado". La preferencia por los beneficios a corto plazo evaluadores del trabajo de los equipos directivos, y la consiguiente penalización por estos de las inversiones a largo plazo, son el fundamento de la denominada "miopía de dirección".

En su conjunto, estas dos "miopías", provocan un efecto

"autoalimentado" de claro perjuicio para la financiación de proyectos-programas de I+D. El reflejo de este panorama, se obtiene de la lectura que el mercado externo de capitales hace de las variables financieras; riesgo, apalancamiento, coste - rentabilidad de la inversión, y liquidez. Y también, al comprobar el importante peso que la autofinanciación conserva en la financiación de la función de I+D.

La soluciones a estos intereses contrapuestos entre los promotores de I+D y los posibles financiadores del mercado externo de capitales se realiza mediante "fórmulas de financiación de compromiso". Entre estas, destaca el importante papel asumido por el Sector Público que podría desplazar a los agentes privados de la financiación de I+D. Este desplazamiento provocan que estos últimos, vean cada vez como menos suyo su participación en la provisión de fondos para la innovación tecnológica. En esta línea, lo que hemos denominado financiación especializada del mercado externo de capitales (Capital Riesgo y "Angel Markets"), todavía tienen una importancia testimonial a desarrollar en los próximos años. Finalmente, los mecanismos tradicionales de financiación también pueden tener su espacio siempre y cuando se realicen determinadas adaptaciones.

La presencia de nuevos agentes económicos en el mercado externo de capitales para I+D, además pueden proporcionar fondos mediante una financiación altruista o directamente por parte de los propietarios de los recursos complementarios.

El análisis del otro mecanismos de asignación; el mercado interno de capitales, proporciona nuevas fuentes de fondos para financiar los proyectos-programas de I+D. Con anterioridad, en su seno, se produce una decisión trascendental; seleccionar si la gestión del proyecto-programa de I+D será externa o interna. En la primera opción, las empresas pueden obtener financiación a través de los modelos de gestión externa unilaterales o multilaterales, y pueden "comprar I+D", mediante la adquisición y fusiones de empresas. La importancia creciente de estos mecanismos proviene

en que es uno de los pocos medios establecidos para superar los "umbrales mínimos de I+D" sectoriales que imponen enormes esfuerzos financieros si son acometidos en solitario por las empresas.

La gestión interna, nos introduce en un nuevo foco de atención en lo que a la planificación financiera de proyectos-programas de I+D se refiere. Nos referimos a los "destinos formales e informales de fondos de I+D". Para su ejecución, los proyectos-programas de I+D requieren de la existencia de una estructura organizativa existente de la cual se beneficia. Las "unidades de I+D", son auténticos destinos de fondos independientes de los asignados específicamente a los trabajos que ejecutan. Una adecuada planificación financiera exige la contemplación presupuestaria de estas aplicaciones de fondos. Caso muy diferente, son los "destinos informales de fondos de I+D." La consideración financiera obedece a la necesidad de aprovechar el potencial creativo del personal de I+D. Los buenos resultados contrastados de este tipo de iniciativas, permite prever mecanismos de financiación para proyectos-programas de I+D no considerados inicialmente desde la estructura formal de la empresa.

El encaje de todas estas fuentes financieras, debe realizarse desde la fase en que se encuentra cada proyecto-programa de I+D. Como hemos demostrado, desde las fases establecidas por el "modelo integrador", la segunda fase tiene una capacidad real de "autofinanciación", con lo cual, podemos desagrupar la financiación de proyectos-programas de I+D, en dos problemas que exigen soluciones diferenciadas (entiéndase distintas fuentes financieras); financiación de su primera y segunda fase.

IV. -CONCLUSIONES DE NUESTRA PROPUESTA DE SELECCION DE INVERSIONES DE I+D.

La clara evidencia de la escasa implantación de modelos teóricos de selección, proviene a nuestro juicio, de la deficiencia de los

modelos empleados y en la dificultad de hacerlos operativos dentro de las organizaciones.

En la primera categoría enunciada, las dificultades surgen desde diferentes frentes como son; hipótesis de partida y fallos metodológicos de los modelos, la organización interna de la empresa y la propia naturaleza de los proyectos-programas de I+D. La traslación a la "toma de decisiones", segunda área de conflictividad, presenta el inconveniente de diferentes culturas organizativas, de la existencia de "barreras interdepartamentales" y sobre todo de la ausencia de un principio generalmente aceptado para la selección de inversiones de I+D.

Sin perder del horizonte estas dos fuentes de problemas, hemos abogado por presentar una propuesta de modelo de selección de inversiones de I+D, donde la generación de información sea la fuente del consenso organizacional. De aquí nuestra inclinación por delegar esta responsabilidad a un comité multidisciplinar y descansar la metodología de avance a través de nuestras etapas al "método de las puntuaciones."

La representación gráfica de nuestro modelo como un "embudo", ha sido motivado por la necesidad de asociarlo hacia la idea de "convergencia" y apartarlo de la de "criba" tan introducida en la empresa. Con ello, nos apartamos del concepto "técnica de selección", para promocionar un proceso integral y autolimitativo donde se hace más difícil la justificación analítica de decisiones tomadas de antemano. Así, creemos haber trasladado el centro de gravedad desde la técnica discriminadora (quinta etapa de nuestro modelo) hacia el propio proceso integral de selección.

La implantación práctica del modelo la hemos diseñado mediante un esquema "multietapa". Circulamos por las tres primeras, para ahondar en el conocimiento del proyecto-programa de I+D candidato, así como para fijar los criterios evaluadores necesarios para establecer una probabilidad "a priori" del éxito técnico - comercial, una fecha de conclusión y una estimación del

resultado a obtener. Garantizada la viabilidad técnica y comercial "ex-ante" de la innovación tecnológica, la cuarta etapa se dedica a conocer el grado de colaboración en el cumplimiento de los objetivos globales de la empresa y al análisis de las posibilidades financieras ofrecidas por los mercados externos e interno de capitales.

Alcanzada las dos condiciones anteriores, el proyecto-programa de I+D es considerado como en la "cartera de I+D en reserva", antes de ser sometidas a métodos cuantitativos que incorporan la consabida restricción presupuestaria. Para una mejor apreciación de las posibilidades de cada método de selección los hemos clasificados en tres grandes enfoques académicos; clásico, integrador y de "opción real". Cada uno con sus ventajas e inconvenientes, pueden ampliar nuestra percepción del problema de la selección de inversiones en I+D si de acuerdo a una planificación previa son aplicados a los proyectos-programas. Una mención aparte merece el "enfoque opción real". Dado su origen eminentemente financiero, deberemos actualizar en ulteriores investigaciones todos aquellos avances que se realicen en la teoría y práctica de la valoración de opciones financieras. No obstante, el paralelismo entre los proyectos-programas de I+D con determinadas "opciones financieras", y la solución de compromiso alcanzada (acotación de los valores máximo y mínimo de la "opción real") para la valoración de las "opciones reales", permite ya su incorporación de pleno derecho al conjunto de técnicas de selección de inversiones de I+D.

Con estos antecedentes, hemos diseñado una técnica mixta para valorar proyectos-programas de I+D. Para ello, partimos de una concepción de los mismos donde cada segunda fase se constituye en "opción real" de las inversiones realizadas en la primera. Con ello, desdoblamos el problema de la selección; el "enfoque integrador" resultaría el más adecuado para evaluar las primeras fases, mientras que el "opción real" sería el empleado para las segundas. El resultado de la aplicación de esta técnica en el marco de nuestra propuesta de selección puede dar la base para

alcanzar un principio coherente y operativo para la selección de inversiones en I+D. No pretendemos dar una última palabra y nos emplazamos a posteriores desarrollos para alcanzar un nivel operativo óptimo.

Aquel grupo de proyectos-programas de I+D superiores al resto según nuestra metodología, conformarán la "cartera de I+D", auténtico instrumento definidor de la función de I+D empresarial. Mediante la realimentación del sistema propuesto, debemos tener actualizada siguiendo los requisitos estratégicos de cada momento, nuestra cartera de I+D y su "antesala"; "cartera de I+D en reserva".

A nuestro juicio, esta forma innovadora de enfrentarse a la selección de I+D, proporciona un adecuado volumen de información, valora en su justa medida todos los puntos contenidos en estas conclusiones, facilita la búsqueda de financiación externa y sobre todo faculta a la dirección de un instrumento decisorio neutral, práctico y operativo.

BIBLIOGRAFIA GENERAL

ALFARO DRAKE, Tomás. "El marketing como arma competitiva." Mc Graw-Hill. Madrid 1.992.

ALI, Abdul; **KALWANI**, Mahnohar y **KOVENOCK**, Dan. "Selecting Product Development Projects: Pioneering versus Incremental Innovation Strategies." Management Science. Marzo 1.993. Vol: 39. N°: 3. pp: 255 - 272.

ALLEN, Beth. "Choosing R&D Projects: An Informational Approach." The American Economic Review. mayo 1.991. Vol: 81. N°: 2. pp: 257 - 261.

ALVAREZ GIL, María José. "La evaluación y selección de proyectos de inversión en tecnologías avanzadas de fabricación (AMT): Tendencias recientes y propuesta de una metodología." Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa. Diciembre 1.992. Vol: 1. N°: 3. pp: 39 - 54.

ARANZADI, Claudio. "Investigación y desarrollo, factor decisivo para la competitividad." Dirección y Progreso. Noviembre - Diciembre 1.991. N°: 120. pp: 7 - 10.

ARNES CORELLANO, Humberto. "CDTI: La financiación de proyectos empresariales de I+D". Dirección y Progreso. Julio - Agosto 1.994. N°: 136. pp: 26 -30.

ARNES CORELLANO, Humberto. "La financiación de los proyectos empresariales de I+D." Política Científica. Febrero 1.994. N°: 39. pp: 8 - 11.

AECA, Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas. "Principios de valoración de empresas: Propuesta de una metodología". Madrid 1.981.

BAINS, William. "Need R&D mean Risk and Doubt?" Accountacy. Enero 1.991. N°: 1169. pp: 83 - 85.

BARCELO ROCA, Miquel. "Innovación tecnológica en la industria. Una perspectiva española." BETA Editorial. Barcelona 1.994.

BARD, Jonathan F.; **RAMAIYA**, Balachandra y **KAUFMANN**, Pedro. "An interactive Approach to R&D Project Selection and Termination." IEEE Transactions on Engineering Management. Agosto 1.988. Vol: 35. N°: 3. pp: 139 - 146.

BARRUTIA GÜENAGA, J. y **MAQUEDA LAFUENTE**, F.J. "La gestión de la innovación: Un factor importante en la competitividad de las empresas del País Vasco." Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa. Diciembre 1.992. Vol: 1. N°: 3. pp: 73 - 79.

BREALEY, Richard y **MYERS**, Stewart. "Fundamentos de financiación empresarial." Mc Graw - Hill. Madrid 1.988.

BUCKLIN, Louis P. y **SENGUPTA**, Sanjit. "The Co-Diffusion of Complementary Innovations: Supermarket Scanners and UPC Symbols." The Journal of Product Innovation Management. Marzo 1.993. Vol: 10. N°: 2. pp: 148 - 160.

BUESA, Mikel y **MOLERO**, José. "Innovación industrial y dependencia tecnológica de España." Eudema Universidad. Madrid 1.989.

CAMINO BLASCO, David y **ALVAREZ GIL**, María José. "Nuevas tecnologías: Nuevos horizontes en la valoración de inversiones." Ponencia presentada en VIII Congreso Nacional y IV Hispano-francés de AEDEM. Cáceres, Junio 1.994. Editada por Ricardo M^a Hernández Mogollón.

CHAN, Su Han; **MARTIN**, John D. y **KENSINGER**, John W. "Corporate research and development expenditures and share value." Journal of Financial Economics. Agosto 1.990. Vol: 26. N°: 2. pp: 255 - 276.

CLEMENZ, Gerhard. "Market structure and R&D Competition." European Economic Review. Mayo 1.992. Vol: 36. N°: 4. pp: 847 -

COSTA RAN, Luis y **FONT VILLALTA**, Montserrat. "Nuevos instrumentos financieros para el empresario europeo". ESIC Editorial. Madrid 1.990.

COTEC, Fundación para la Innovación Tecnológica. "ESTUDIO N°1: Estudio comparativo de los sistemas de innovación en Europa." Madrid 1.992.

COTEC, Fundación para la Innovación Tecnológica. "ESTUDIO N°2: Conceptos básicos de referencia para el estudio de la Innovación Tecnológica." Madrid 1.993.

COTEC, Fundación para la Innovación Tecnológica. "DOCUMENTO N°4: Propiedad Industrial." Madrid 1.994.

CRABBE, Leland E.; **PICKERING**, Margaret H. y **PROWSE**, Stephen D. "Recent Development in Corporate Finance." Federal Reserve Bulletin. Agosto 1.990. Vol: 76. N°: 8.

CRAWFORD, C. Merle. "The Hidden Costs of Accelerated Product Development." The Journal of Product Innovation Management. Septiembre 1.992. Vol: 9. N°: 3. pp: 188 - 199.

CUERVO GARCIA, Alvaro. "Las corporaciones industriales y financieras." Revista de Economía. Consejo General de Colegios de Economistas de España. 2° Trimestre 1.991. N°: 9. pp: 24 - 32.

DESCHAMPS, Jean Philippe. "Reducción de plazos y riesgos en la creación de productos." Dirección y Progreso. Noviembre - Diciembre 1.991. N°: 120. pp: 19 - 22.

DESCHAMPS, Jean Philippe y **NAYAK**, P.Ramganath. "Competing Through Products. Lessons From the Winners." The Columbia Journal of World Business. Verano 1.992. Vol: XXVII. N°: II. pp: 38 - 54.

DEVINNEY, Timothy M. "New Products and Financial Risk Changes." The Journal of Product Innovation Management. Septiembre 1.992. Vol: 9. N°: 3. pp: 222 - 231.

DHEBAR, Anirudh. "Managing the Quality of Quantitative Analysis". Sloan Management Review. Vol: 34. N°: 2.

DIEZ DE CASTRO, Luis T. y **MASCAREÑAS**, Juan. "Ingeniería Financiera" (2ª Edición). Mc Graw-Hill. Madrid 1.994.

DIXIT, Avinash K. y **PINDYCK**, Robert S. "Investment under Uncertainty". Princeton. 1.994.

DIXIT, Avinash K. y **PINDYCK**, Robert S. "The Options Approach to Capital Investment". Harvard Business Review. Mayo - Junio 1.995. Vol: 73. N°: 3. pp: 105 - 115.

DOUKAS, John y **SWITZER**, Lorne. "The Stock Market's Valuation of R&D Spending and Market Concentration." Journal of Economics and Business. Mayo 1.992. Vol: 44. N°: 2. pp: 95 - 114.

EDEN, Y. y **RONEN**, B. "The Declining-price Paradox of New Technologies." OMEGA Journal of Management Science. Mayo 1.993. Vol: 21. N°: 3. pp: 345 - 351.

ELION, S. "European Community Policy for Innovation". OMEGA International Journal of Management. 1.990. Vol: 18. N°: 4. pp: 383 - 394.

ERICKSON, Tamara J.; **MAGEE**, John F. y otros. "Managing Technology as a Business Strategy." Sloan Management Review. Primavera 1.990. Vol: 32. N°: 3. pp: 73 - 79.

ESCORSA, Pere. "La gestión de la empresa de alta tecnología." Ariel. Barcelona 1.989.

ETO, Hajime. "Classification of R&D Organizational Structures in

Relation to Strategies." IEEE Transactions on Engineering Management. Mayo 1.991. Vol. 38. N°: 2. pp: 146 - 155.

FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. "Manual de dirección estratégica de la tecnología." Ariel. Barcelona 1.988.

FICHMAN, Robert G. y KEMERER, Chris F. "Adoption Software Engineering Innovations: The case of Object Orientation." Sloan Management Review. Invierno 1.992. Vol: 34. N°: 2.

FOSTER, Richard. "Innovation. The attacker Advantage." Summit Books. Nueva York 1.986. (Existe edición española: "Innovación". Folio. Barcelona 1.987).

FUENTES QUINTANA, Enrique. "Hacienda Pública: Introducción y presupuesto." Servicio de publicaciones de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Complutense de Madrid. Madrid 1.986.

GARTRELL, Kenneth D. "Innovation, Industry Specialization and Shareholder Wealth." California Management Review. Primavera 1.990. Vol: 32. N°: 3. pp: 87 - 101.

GIL GARCIA, MªElena. "Valoración de opciones estratégicas: El enfoque de la "Option Pricing Theory"". Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Madrid, 1.991.

GOLD, B. "Strengthening R&D and its Integration with Corporate Operations." OMEGA International Journal of Management Science. 1.991. Vol: 19. N°: 1. pp: 1 - 6.

GONZALEZ NUÑEZ, José Luis. "Los criterios de selección de inversiones VAN y TRI en relación a la tasa de reinversión y a la existencia de una tasa de Fisher." Actualidad Financiera. 3-9 de Mayo de 1.993. pp: F-117 - F-127.

GRANT, Robert M. "The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation." California Management Review. Primavera 1.991. Vol: 33. N°: 3. pp: 114 - 136.

GUERRIERI, Paolo. "Tecnología y competitividad internacional." Revista de Economía. 1.991. N°: 9. pp: 65 - 72.

GUITIAN FERNANDEZ DE CORDOBA, Rafael. "Franquicias: Modelo de sinergias". Actualidad Financiera. N°: 27. 1-7 Julio 1.991. pp: F-531 - F-545.

GUITIAN FERNANDEZ DE CORDOBA, Rafael. "Financiación de PYMES: El proceso de creación de los "Angel Markets" en Estados Unidos." Actualidad Financiera. N°: 44. 29 Noviembre - 5 Diciembre 1.993. pp: I-991 - I-996.

GUITIAN FERNANDEZ DE CORDOBA, Rafael. "Marco teórico para la clasificación de inversiones en investigación y desarrollo (I+D)." Actualidad Financiera. N°: 39. 24 - 30 Octubre 1.994. pp: I-881 -I-892.

GUITIAN FERNANDEZ DE CORDOBA, Rafael. "Factores condicionantes de las decisiones de inversión y financiación en I+D." Actualidad Financiera. N°: 48. 26 Diciembre 1.994 - 1 Enero 1.995. pp: I-1225 - I-1234.

GUITIAN FERNANDEZ DE CORDOBA, Rafael. "Factores condicionantes de las decisiones de inversión y financiación en I+D (Segunda Parte)." Actualidad Financiera. N°: 3. 16 - 22 Enero 1.995. pp: F-57 - F-64.

GUITIAN FERNANDEZ DE CORDOBA, Rafael. "Lineas rectoras de la financiación pública de actividades privadas de innovación tecnológica." Actualidad Financiera. N°: 39. 23 - 29 Octubre 1.995. pp: F-1513 - F-1523.

HALL, Bronwyn H. "The Impact of Corporate Restructuring on Industrial Research and Development." Brookings Papers: Microeconomics 1.990. pp: 85 - 124.

HALL, David L. y **NAUDA**, Alexander. "An Interactive Approach for Selecting IR&D Projects." IEEE Transactions on Engineering Management. Mayo 1.990. Vol: 37. N°: 2. pp: 126 - 133.

HAMILTON, William F. ; **VILA**, Joaquim y **DIBNER**, Mark D. "Patterns of Strategic Choice in Emerging Firms: Positioning for Innovation in Biotechnology." California Management Review. Primavera 1.990. Vol: 32. N°: 3. pp: 73 - 86.

HENDERSON, Rebecca M. y **CLARK**, Kim B. "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms." Administrative Science Quarterly. Marzo 1.990. Vol: 35. N°: 1. pp: 9 - 30.

HITT, Michael A. ; **HOSKISSON**, Robert E.; **IRELAND**, R.Duane y otro. "Effects of Acquisitions on R&D Inputs and Outputs." Academy of Management Journal. 1.991. Vol: 34. N°: 3. pp: 693 - 706.

HOTTENSTEIN, Michael P. y **DEAN**, James W. "Managing Risk in Advanced Manufacturing Technology." California Management Review. Verano 1.992. Vol: 34. N°: 4. pp: 112 - 126.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. "Estadística sobre las actividades en investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D) 1.989" INE. Madrid 1.992. Esta publicación se actualiza mediante proyecciones anuales.

KAMIEN, Morton I. ; **MULLER**, Eitan y **ZANG**, Israel. "Research Joint Ventures and R&D Cartels". The American Economic Review. Diciembre 1.992. Vol: 82. N°: 5. pp: 1.293 - 1.297.

KANTER, Rosabeth M. "The Long View". Harvard Business Review. Septiembre - Octubre 1.992. Vol: 70. N°: 5. pp: 9 - 11.

KODAMA, Fumio. "Technology Fusion and The New R&D". Harvard Business Review. Julio - Agosto 1.992. Vol: 70. Nº: 4. pp: 70 - 78.

LANDERMAN, Jeffrey. "Opening our Eyes to Market Myopia". "Business Week". Número Especial; "Reinventing America". 19 Enero 1.993. pp: 134 - 148.

LICHTENBERG, Frank R. y **SIEGEL**, Donald. "The Impact of R&D Investment on Productivity. New Evidence Using Linked R&D-LRD Data." Economic Inquiry. Abril 1.991. Vol: XXIX. pp: 203 - 228.

MASCAREÑAS PEREZ-IÑIGO, Juan. "Manual de fusiones y adquisiciones de empresas." Mc Graw - Hill. Madrid 1.993.

MARCOVITCH, Jacques. "Innovación y desarrollo tecnológico." Política Científica. Septiembre 1.992. Nº: 33. pp: 57 - 59.

MARTI PELLON, José. "El capital riesgo ("venture capital"): Un análisis conceptual y formal aplicado a España y los principales países industrializados." Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid 1.986.

MEYER, Marc H. y **UTTERBACK**, James M. "The Product Family and the Dynamics of Core Capability." Sloan Management Review. Primavera 1.993. Vol: 34. Nº: 3. pp: 29 - 47.

MOHEDANO, José María. "Gran distribución: ¿Comercio o finanzas?" Actualidad Económica. 22 Febrero 1.993. Nº: 1809. p: 41.

MORCILLO ORTEGA, Patricio. "La dimensión estratégica de la tecnología." Ariel. Barcelona 1.991.

MORCILLO ORTEGA, Patricio. "La gestión de I+D". Editorial Pirámide, S.A. Madrid 1.989.

NEWMAN, William H. "Lauching a Viable Joint Venture". California

Management Review. Otoño 1.992. pp: 68 - 80.

NONAKA, Ikujiro. "Redundant, Overlapping Organization: A Japanese Approach to Managing the Innovation Process." California Management Review. Primavera 1.990. Vol: 32. N°: 3. pp: 27 -38.

ORAL, Muhittin; **KETTANI**, Ossama y **LANG**, Pascal. "A Methodology for Collective Evaluation and Selection of Industrial R&D Projects." Management Science. Julio 1.991. Vol: 37. N°: 7. pp: 871 - 885.

PALFY, Miklos A. "La alta dirección y los procesos de creación de productos." Dirección y Progreso. Noviembre - Diciembre 1.991. N°: 120. pp: 25 - 26.

PAVITT, Keith. "What We Know About the Strategic Management of Technology?". California Management Review. Primavera 1.990. Vol: 32. N°: 3. pp: 17 - 26.

PEREZ-NIEVAS HEREDERO, José Antonio. "La innovación tecnológica propia: Un motor para el crecimiento económico de países como España." Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica. Madrid 1.993.

PETERS, Thomas J. y **WATERMAN**, Robert H. "En busca de la excelencia". Ediciones Folio, S.A. Barcelona 1.988.

PORTER, Michael E. "Estrategia competitiva." CECSA. México, 1.982.

PORTER, Michael E. "Competitive Advantage". The Free Press. Nueva York, 1.985.

PORTER, Michael E. "Capital Disadvantage: America's Failing Capital Investment System." Harvard Business Review. Septiembre - Octubre 1.992. Vol: 70. N°: 5. pp: 65 - 82.

PORTER, Michael E. "Toward a Shared Vision for Massachusetts". Office of the Secretary of State. Massachusetts 1.992.

REPRESA, Domingo y **BLANCO**, Araceli. "La protección de los resultados de la actividad investigadora mediante patentes." Política Científica. Diciembre 1.994. N°: 41. pp: 7 - 11.

RODRIGUEZ CORTEZO, Jesús. "Consorticios y alianzas, plataformas para I+D y generación de productos." Dirección y Progreso. Noviembre - Diciembre 1.991. N°: 120. pp: 32 - 37.

RODRIGUEZ SAIZ, L. ; **PAREJO GAMIR**, J.A. Y **CUERVO GARCIA**, A. "Manual de sistema financiero español." Ariel. Barcelona 1.990.

ROHWER, Jim. "¿Qué pasa con los nacionalismos?" Actualidad Económica. 28 Diciembre 1.992 - 10 Enero 1.993. N°: 1.801/2.

ROUSSEL, Philip A. ; **SAAD**, Kamal N. y **ERICSON**, Tamara J. "Tercera generación de I+D." Mc Graw-Hill. Madrid 1.991.

RUIZ, Felipe. "Aplicación de la teoría de valoración de opciones a las finanzas de empresa." Cuadernos Económicos I.C.E. N°: 1.986/1. pp: 7 - 31.

SCHMIDT, Robert L. y **FREELAND**, James R. "Recent Progress in Modeling R&D Project-Selection Processes." IEEE Transactions on Engineering Management. Mayo 1.992. Vol: 39. N°: 2. pp: 189 - 200.

SCHNEIDERMAN, Howard A. "Managing R&D: A perspective from the Top." Sloan Management Review. Verano 1.991. Vol: 32. N°: 4. pp: 53 - 58.

SCHUMPETER, Joshep A. "The Theory of Economic Development." Harvard University Press. Mass. 1.934. (versión española: "Teoría del desenvolvimiento económico." F.C.E. México 1.976).

SCHUMPETER, Joshep A. "Business Cycles". Mc Graw-Hill. New York. 1.939.

SCHUMPETER, Joshep A. "Capitalismo, socialismo y democracia." Folio. Barcelona, 1.984.

SELDOM, Barry J. "A Test of the Optimality of R&D Allocation". Quartely Journal of Business and Economics. Invierno 1.992. Vol: 31. N°: 1. pp: 109 - 123.

SHANI, A.B. ; **GRANT**, Robert M. ; **KRISHNAN**, R. y otro. "Advanced Manufacturing Systems and Organizational Choice: Sociotechnical System Approach." California Management Review. Verano 1.992. Vol: 34. N°: 4. pp: 91 - 108.

SHANK, John K. y **GOVINDARAJAN**, Vijay. "Strategic Cost Analysis of Technological Investments." Sloan Management Review. Otoño 1.992. Vol: 34. N°: 1. pp: 39 - 51.

SHARP, David J. "Uncovering the Hidden Value in High-Risk Investments." Sloan Managenement Review. Verano 1.991. Vol: 32. N°: 4. pp: 69 - 74.

SICK, Gordon. "Capital Budgeting With Real Options". Salomon Brothers Center for the Study of Financial Institutions - Leonard N. Stern School of Business, New York University. Monograph Series in Finance and Economics. N°: 1.989 - 3. Nueva York 1.989.

SMILOR, Raymond W. y **GIBSON**, David V. "Technology Transfer in Multi-Organizational Enviroments: The Case of R&D Consortia." IEEE Transactions on Engineering Management. Febrero 1.991. Vol: 38. N°: 1. pp: 3 - 13.

SOLOW, Robert M. "Capital Theory and the rate of return." North-Holland. Amsterdam 1.971.

SOLOW, Robert M. "La teoría del crecimiento: Una exposición."

Fondo de Cultura Económica. México 1.976.

SOLOW, Robert M. "El mercado de trabajo como institución social". Alianza. Madrid 1.992.

SOTELO NAVALPOTRO, Justo. "Análisis del Capital-Riesgo (Venture Capital) como una solución ante la crisis económica en España". Situación. 1987 / 4. Banco de Bilbao. pp: 5 - 44.

STANDARD & POOR'S COMPUSTAT. "1.995 R&D Scoreboard". Business Week. 3 de Julio de 1.995.

SUAREZ SUAREZ, Andrés S. "Curso de introducción a la economía de empresa". Ediciones Pirámide, S.A. Madrid 1.991.

SUAREZ SUAREZ, Andrés S. "Decisiones óptimas de inversión y financiación". Ediciones Pirámide, S.A. Madrid 1.991.

SWENSON, C.W. "Some test of the incentive effects of the research and experimentation tax credit." Journal of Public Economics. Noviembre 1.992. Vol: 49. N°: 2. pp: 203 - 218.

TAMAMES, Ramón. "Diccionario de economía". Alianza Editorial. Madrid 1.992. 5ª Edición.

TAYLOR, William. "Message and Muscle: An Interview with Swatch Titan Nicolas Hayek." Harvard Business Review. Vol: 71. N°: 2. pp: 99 - 110.

WETZEL, William. "Angel Money". Whole Earth Review. Otoño 1.990. N°: 68. pp: 78 -79.

WEISS, Stuart. "Beating Swords into Stock Shares". CFO: The Magazine for Chief Financial Officers. Agosto 1.990. Vol: 6. N°: 8. PP: 45 - 46.

WHEELWRIGHT, Steven C. y **CLARK**, Kim B. "Revolutionizing Product

Development." The Free Press. Nueva York 1.992.

WHEELWRIGHT, Steven C. y **CLARK**, Kim B. "Creating Project Plans to Focus Product Development." Harvard Business Review. Marzo - Abril 1.992. Vol: 70. N°: 2. pp: 70 - 82.

WILLIAMS, Jeffrey R. "How Sustainable is Your Competitive Advantage? California Management Review. Primavera 1.992. Vol: 34. N°: 3. pp: 29 - 50.

YEAPLE, Ronald N. "Why Are Small R&D Organizations More Productive?" IEEE Transactions on Engineering Management. Noviembre 1.992. Vol: 39. N°: 4. pp: 332 - 346.

ANEXOS A LA TESIS.

ANEXO I: Variables del sistema de I+D: Tecnología en la empresa.

1.- PLANTEAMIENTO EMPRESARIAL DE LA TECNOLOGIA.

"Una empresa, como colección de actividades , lo es también de tecnologías. La tecnología está encarnada en toda actividad de valor empresarial, y el cambio tecnológico, puede afectar a la competitividad a través de su impacto prácticamente en cualquier actividad. Toda actividad de valor, utiliza alguna tecnología para combinar materiales y maquinarias con recursos humanos para producir algún output. Esta tecnología puede incluir varias disciplinas científicas o subtecnologías. La tecnología existente de una actividad de valor representa una combinación de esas subtecnologías" (1).

Esta referencia nos introduce en un campo donde términos como valor, tecnología, competitividad y cambio tecnológico aparecen tratados en conjunto cuando hasta hace relativamente poco tiempo, se consideraban por separado. Relacionar correctamente sus interacciones recíprocas suponen un primer reto a la hora de diseñar una cartera de I+D.

Fue a comienzos de la década de los ochenta cuando la consultora americana Arthur D. Little y el profesor Porter, de la Universidad de Harvard, establecieron los primeros intentos serios de modelización de las relaciones existentes entre todos esos conceptos citados. Este interés, queda perfectamente recogido en la siguiente cita: (2)

"Se produce una interacción mutua: las tecnologías que se dominan posibilitan la obtención de nuevos productos mientras que, recíprocamente, la decisión estratégica de abordar nuevas actividades exige disponer de las habilidades tecnológicas adecuadas. Cuando esta integración no se consigue, la actividad

tecnológica, incluyendo las tareas de I+D, se realizan al margen de las prioridades estratégicas con la consiguiente falta de eficacia."

Lograr una convergencia entre los planteamientos estratégicos y tecnológicos, configurarán la segunda parte de este anexo.

Al igual que con otros conceptos complejos, para acercarnos a la definición de tecnología en el campo empresarial, proponemos un acercamiento gradual a través de lo que hemos denominados sus tres dimensiones.

2.- PRIMERA DIMENSION DE LA TECNOLOGIA: Concepción estática.

Pretende determinar el estado de la tecnología desde una visión puntual del mismo, o en otras palabras analizar el equilibrio tecnológico que en un momento dado una empresa o mercado posee.

Es pues, un acercamiento coyuntural, no una suposición de la tecnología como algo estático sin evolución.

Desde esta dimensión, es posible definir tecnología como: (3)

"(...)herramientas, técnicas, aparatos, métodos, configuraciones, procesos, y conocimientos, empleados por los miembros de una organización para adquirir inputs y transformarlos en outputs."

La expresión genérica de esta relación causa-efecto, podría ser la expuesta en el cuadro nºI.1 (4).

Cuadro nº I.1.- Definición genérica de tecnología.
SABER COMO + VERBO + COMPLEMENTO.
Ejemplo: Saber como fabricar un robot.

Con esta primera dimensión del concepto tecnología podemos

extraer para el campo de la gestión de I+D los siguientes subapartados de innegable utilidad.

2.1.- Concepción estática de la tecnología: Fórmulas de evaluación.

Sí consideramos un conjunto de rasgos de una tecnología como son; funcionalidad (o grado de aplicación de la tecnología), precio, facilidad de empleo, coste de explotación, fiabilidad, operatividad y adecuación de uso, estamos en condiciones de realizar dos tipos de evaluación: (5)

A) Evaluación instrumental de la tecnología: Su objetivo es determinar si una tecnología funciona y logra el resultado deseado. Resulta apropiada cuando la tecnología constituye una ventaja competitiva para la empresa en el mercado.

B) Evaluación económica: Posibilita la determinación de la eficiencia en la consecución de resultados por parte de una tecnología, es decir si esta origina los mayores beneficios posibles. Este criterio económico resulta determinantes cuando la tecnología es un componente más de una estrategia de liderazgo en coste.

2.2.- Concepción estática de la tecnología: Clasificación por su impacto competitivo.

En función de su impacto competitivo en un momento determinado, las tecnologías son clasificables en tres grandes apartados a saber:

2.2.1.- Tecnologías base: "Aquellas que una empresa debe dominar para ser un competidor efectivo en la combinación producto-mercado seleccionada. Son necesarias, pero no suficientes para alcanzar una ventaja competitiva. Por lo general, son ampliamente conocidas y están muy extendidas (...). El "truco" para la dirección de I+D es invertir el

esfuerzo suficiente (pero sólo suficiente) en mantenerse competitivo en estas tecnologías. El peligro es que la inercia mantendrá proyectos en estas tecnologías mayores y a mayor escala de lo que estas puedan proporcionar, quizás porque estas son el área tradicional donde I+D se siente como en casa" (6).

2.2.2.- Tecnologías clave: "Estas tecnologías proporcionan ventajas competitivas. Ellas pueden permitir a las empresas adosar características diferenciadoras o funciones en el producto o alcanzar una mayor eficiencia en el proceso productivo (...). El principal foco de atención de la I+D industrial es la extensión y aplicación de las tecnologías claves que la empresa dispone. A ellas deben otorgarse la mayor prioridad entre las inversiones en tecnología" (7).

2.2.3.- Tecnologías emergentes: "Estas tecnologías podrán llegar a ser las tecnologías clave del mañana. No todos los participantes de un sector pueden afrontar la inversión en tecnologías emergentes, siendo esta la diferencia clásica entre los líderes (quienes invierten) y los seguidores (quienes no lo hacen). El factor crítico en la gestión tecnológica es equilibrar el mantenimiento de tecnologías claves para sostener la actual posición competitiva, y a la vez las tecnologías emergentes para crear la viabilidad futura" (8).

Existe una progresión natural de las tecnologías en función de su impacto competitivo. Este proceso se refleja en la transición permanente en el tiempo desde tecnología emergente, hasta tecnología base pasando por el estado intermedio de tecnología clave. El cuadro n°I.2 asocia a cada categoría su impacto competitivo según la evolución apuntada (9).

3.- SEGUNDA DIMENSION DE LA TECNOLOGIA: CONCEPCION DINAMICA.

Si en el apartado anterior, hablábamos de equilibrio tecnológico de una empresa, esta nueva forma de aproximación pretende explicar cómo y por qué, se produce la ruptura del mismo. Para ello es necesario conocer el concepto progreso tecnológico: (10)

Cuadro nºI.2: Evolución de las tecnologías y su impacto competitivo.			
TECNOLOGIA:	EMERGENTE	CLAVE	BASE
IMPACTO COMPETITIVO	Tienen potencial para cambiar las bases de la competencia tecnológica.	Se incorporan a procesos y productos generando ventajas competitivas a las empresas líderes.	Son esenciales pero conocidas por todos los competidores.

"La mayoría del progreso tecnológico es incremental o evolutivo en su naturaleza, solamente es interrumpido ocasionalmente por avances revolucionarios. Cuando esto ocurre, como en una discontinuidad, se inicia un período de agitación donde las empresas de nueva creación compiten con firmas establecidas para capitalizar las nuevas oportunidades comerciales creadas por la nueva tecnología."

A partir de esta definición, la concepción dinámica de la tecnología nos permite, por un lado, descubrir la naturaleza del fenómeno de "aparición de nuevas tecnologías - sustitución de las existentes", y por otro, estudiar la linealidad del progreso tecnológico que provoca drásticos cambios y nuevas bases para la competencia.

Las conclusiones sobre esta forma de acercamiento al concepto tecnología quedan plasmados a continuación:

3.1.- Concepción dinámica de la tecnología: Aparición de nuevas tecnologías - madurez de las existentes.

"Las tecnologías tienen ciclos vitales que van desde su nacimiento hasta su vejez al igual que los seres vivos" (11). A diferencia del proceso degenerativo de estos últimos, los diferentes estados de la tecnología se fijan por el tiempo transcurrido desde su aparición y la inversión realizada en la misma. Con esta combinación de parámetros podemos distinguir: (12)

3.1.1.- Tecnologías embriónicas: Es una tecnología nueva al poco de nacer. En este estadio de su desarrollo existe una perspectiva de posible aplicación, pero se conoce tan poco de su naturaleza práctica, que la ruta de su desarrollo futuro es impredecible.

3.1.2.- Tecnologías en crecimiento: Como consecuencia de la acumulación y diseminación del conocimiento incorporado a la tecnología se pueden realizar previsiones más realistas acerca de su posible aplicación práctica.

3.1.3.- Tecnologías maduras: El avance en la compresión y el desarrollo se relentiza. La magnitud de cada uno de los nuevos progresos será menor y más predecible. Los fundamentos de estas tecnologías están incorporados al sistema educativo superior.

3.1.4.- Tecnologías viejas: Se caracterizan por la terminación sustancial del avance científico e ingenieril. Aunque se puede progresar, cada paso en este sentido, representa un incremento pequeño, altamente predecible y fácilmente imitado por los competidores.

Nos encontramos con dos clasificaciones de tecnología que pese a estar sustentadas en criterios clasificatorios distintos; impacto competitivo y grado de madurez, guardan un gran paralelismo como se representa en el cuadro nº1.3. Esta similitud debe personificarse a cada caso pues existen zonas en común entre categorías distintas.

En este punto es necesario citar como el uso transversal de la tecnología o la capacidad de fusión de la misma, relativizan estas dos clasificaciones. Como se verá en esta misma pregunta, ambas cualidades confieren a la empresa la capacidad de gestionar su patrimonio tecnológico para optimizarlo.

Cuadro nºI.3: Vinculación general entre las clasificaciones de tecnologías.				
POR SU IMPACTO COMPETITIVO	EMERGENTE	CLAVE	BASE	
POR SU MADUREZ TECNOLÓGICA	EMBRIONICA	CRECIMIENTO	MADURA	VIEJA

En otro orden de cosas, se ha aceptado generalmente la representación de este fenómeno madurez tecnológica como una curva en forma de "S", pero esta modelización ni deja de ser una simplificación en base a la tendencia de la tecnología. La realidad nos muestra una evolución de la tecnología en "escalones" dentro de un esquema general de curva en forma de "S". En el cuadro nºI.4 aparece reflejado las etapas de la madurez tecnológica en función del tiempo y la inversión (13).

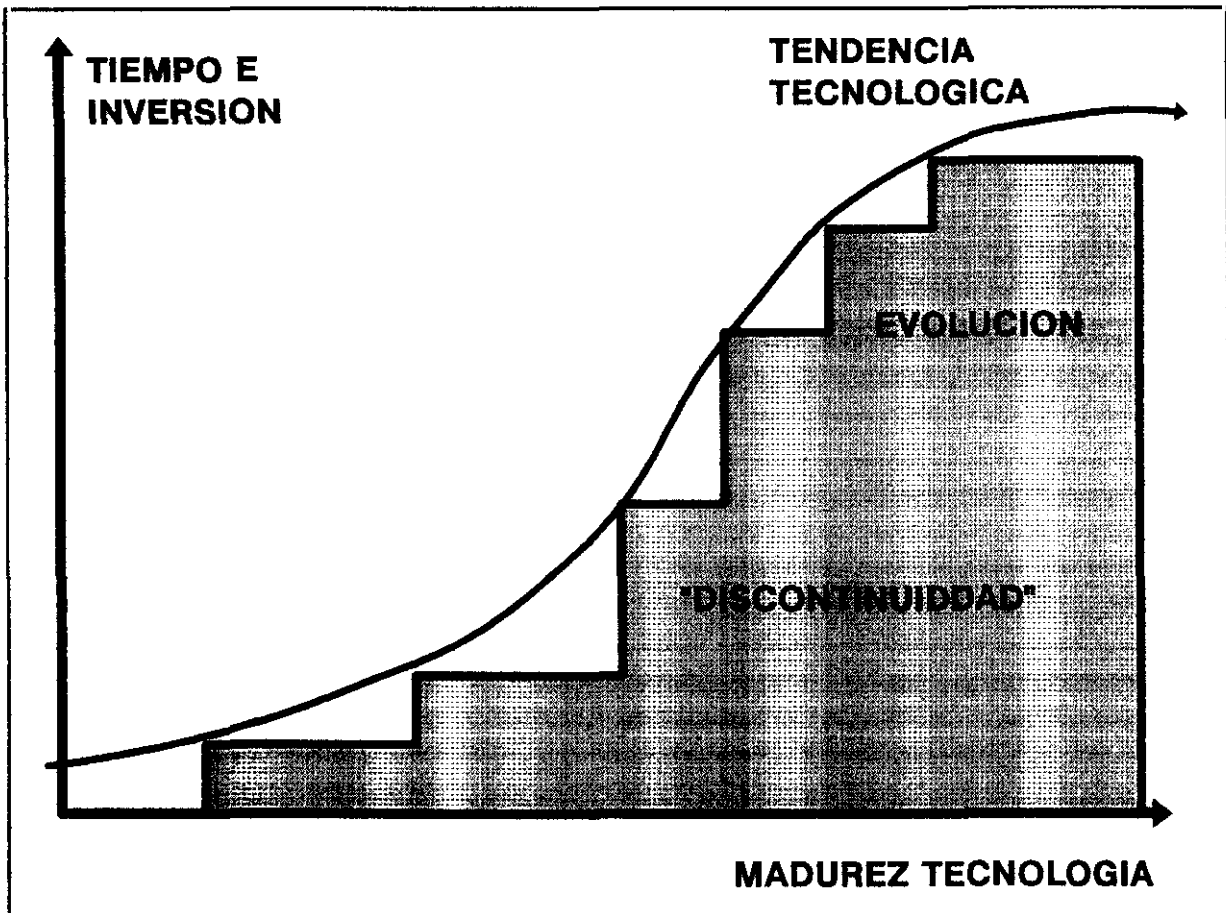
3.2.- Concepción dinámica de la tecnología: El fenómeno de espera y las discontinuidades tecnológicas.

La nota más reseñable de esta figura radica en la formación de los "escalones". Tanto la altura de estos, como su número, son mayores en las primeras etapas y van decreciendo progresivamente. Esto es debido a que hemos pretendido representar el fenómeno de las "discontinuidades tecnológicas" mediante los respectivos "saltos".

Con esta representación pretendemos:

- A) Observar el proceso de estandarización de una tecnología y como se acerca a su límite natural a medida que aumenta

su difusión.



Cuadro nºI.4.-"Representación gráfica de la evolución tecnológica."

B) La pérdida de atractivo económico, financiero y comercial al realizar determinadas inversiones en las postrimerías del ciclo.

En el cuadro nºI.5 se presenta un ejemplo real de evolución tecnológica desde sus primeras etapas.

La conclusión es clara; en cada etapa de la madurez tecnológica, existen una serie de parámetros a tener presente cuando las actuaciones de I+D se vayan a convertir en proyectos - programas de I+D.

Para ilustrar y exponer este concepto, vamos a emplear un ejemplo

Cuadro n°I.5.- Evolución tecnológica: El microprocesador de "INTEL".

VERSION:	286	386	486	PENTIUM	P6	P7
COMIENZO TRABAJO DE DISEÑO	1.978	1.982	1.986	1.989	1.990	1.993
PRESENTACION FORMAL	FEBRERO 1.982	OCTUBRE 1.985	ABRIL 1.989	MARZO 1.993	3°TRIM. 1.995	1.997/8
INICIO PRODUCCION	1.983	1.986	1.990	1.994	1.996	1.998/9
NUMERO DE TRANSISTORES	130.000	275.000	1,2 millones	3,1 millones	5,5 millones	+10 millones
VELOCIDAD INICIAL (en M.I.P.S*)	1	5	20	100	250**	500**
AÑOS DE MAYOR VENTAS	1.989	1.992	1.995**	1.997**	1.999**	2.002**
UNIDADES INSTALADAS	9,7 millones	44,2 millones	75 millones	4,5 millones	NINGUNO	NINGUNO

* M.I.P.S = Millones de instrucciones por segundo. ** = Datos estimados.

FUENTE: INTEL Corp.

el cual analizaremos desde dos perspectivas:

A) Primera perspectiva: Tecnología en solitario.

Cualquiera que fuese la tecnología, esta maduraría de acuerdo con el gráfico anterior donde cada uno de los "saltos" o "escalones" vendrían a representar un avance tecnológico de mayor o menor amplitud (determinado por la altura del "salto") en donde se podría llegar a cambiar las bases de la competencia de las empresas con esa tecnología.

Centrémonos, por ejemplo, en la tecnología del cuarzo aplicada a la fabricación de relojes analógicos. Cada una de las "discontinuidades tecnológicas" se correspondería con avances tales como lograr la sumergibilidad de la maquinaria, incorporación de un calendario, aplicación a un cronómetro, etc. (14).

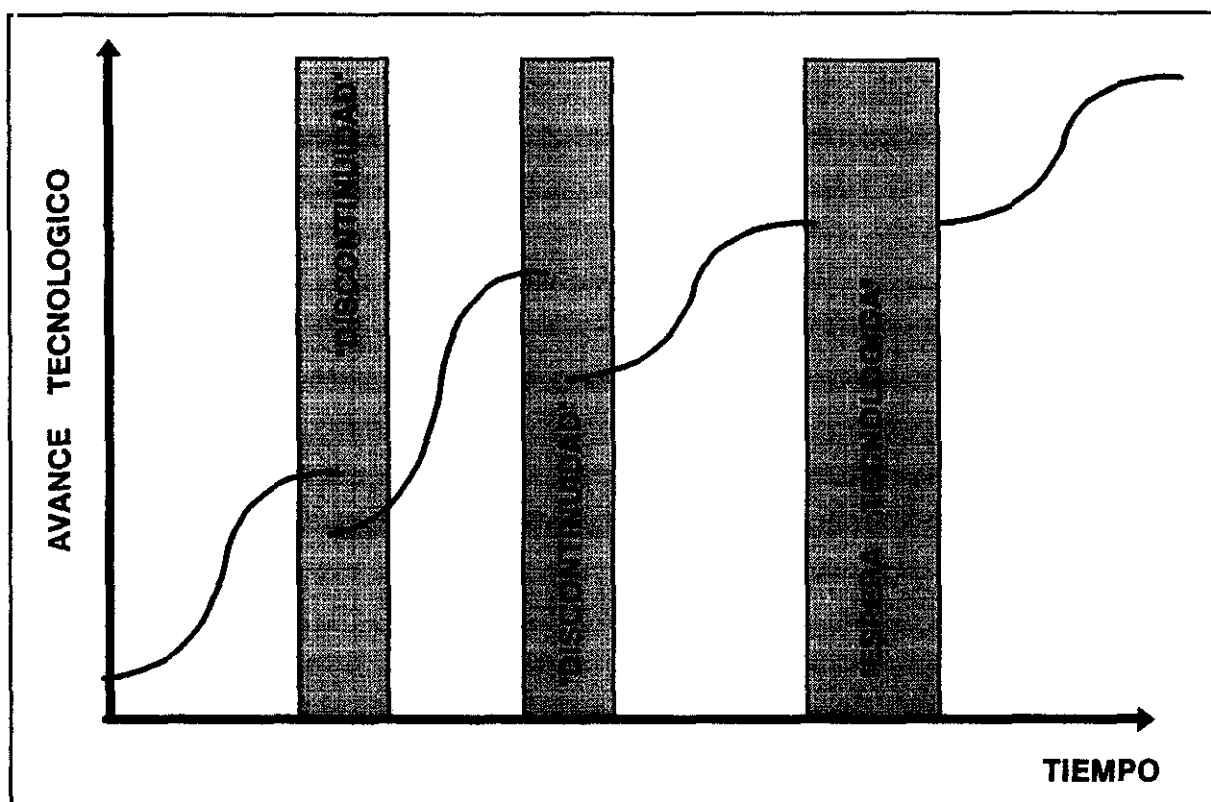
De todo esto se deduce la existencia de un tipo de "discontinuidad" debido a la propia evolución tecnológica a la que denominaremos como "discontinuidad" de evolución o de salto.

B) Segunda perspectiva: Diversas tecnologías aplicadas a un único producto. Siguiendo el planteamiento de Foster, (15) podemos describir otro tipo de "discontinuidad tecnológica". En este caso, el fundamento será el fenómeno de sustitución tecnológica. Continuando con nuestro ejemplo, podemos construir una figura como la contenida en el cuadro n°I.6.

Cada una de las curvas en "S" o logísticas representadas, vendrían a ser una simplificación del modelo discreto que hemos representado en el cuadro n°I.4 con sus "discontinuidades de evolución tecnológica".

En su conjunto, el cuadro n°I.6 representa el "mapa" tecnológico de un producto, ofreciendo a cada empresa en

función de sus recursos, "know How", y actitud ante la innovación, las posibles alternativas tecnológicas para emprender la fabricación de nuevos productos, la mejora de los anteriores o adquirir o reconvertir sus procesos productivos.



Cuadro n°I.6.-"Representación gráfica del fenómeno sustitución tecnológica."

Desde su condición de "mapa" tecnológico, el cuadro n°I.6, permite identificar dos nuevas modalidades de discontinuidad tecnológica:

B.1) Discontinuidad de sustitución: Es el fruto de la aparición en el mercado de una nueva tecnología de mayor capacidad y prestaciones que las anteriores (que por tanto será clave). Para aquellos competidores que no son los primeros introductores en el mercado este tipo de discontinuidad representa un periodo de transición hacia los nuevos productos y procesos posibles gracias a la nueva tecnología. El reto

planteado por las discontinuidades de sustitución exige una decisión rápida en orden a avanzar hacia la nueva tecnología o de reforzamiento en la anterior.

B.2) Discontinuidad de espera: Tiene su origen en aquellas tecnologías viables técnicamente pero que por razones comerciales (indicios racionales de que el mercado no está capacitado para asimilarla) y/o financieras (necesidad de amortizar íntegramente tecnologías anteriores o carencias de una financiación adecuada) no están en el mercado.

Se las puede catalogar como de "enemigos invisibles", pues por su propia existencia pueden ser convertidas por los competidores en una discontinuidad de sustitución en cualquier momento amenazando la posición de las empresas ancladas en tecnologías precedentes.

Tras conocer las principales razones y características del fenómeno de las "discontinuidades" como parte esencial del progreso tecnológico, se hace necesario recordar a las organizaciones que :

A) "La tecnología no posee un valor intrínseco; su importancia está relativizada por sus repercusiones económicas" (16).

B) "La mejor tecnología no es en muchos casos la más avanzada en el mercado; sino la que mejor se adapta a las necesidades específicas del sector y país donde la empresa desarrolla su actividad. De aquí se infiere que, en algunos casos, es preferible producir artículos adecuados a las necesidades reales de los consumidores con una tecnología relativamente obsoleta en vez de artículos inadecuados con una tecnología punta" (17).

C) "Actualmente se considera que la solución (a las rupturas tecnológicas) consiste en que las empresas tomen posiciones en las diversas tecnologías alternativas, incipientes o emergentes. Este posicionamiento pueden efectuarse de distintas maneras; participación en el capital de pequeñas empresas, subcontratación de I+D,..." (18).

3.3.- Concepción dinámica de la tecnología: Transversabilidad de la tecnología.

Implícitamente, habíamos establecido una equivalencia; una tecnología un único uso, pero lamentablemente ya no está vigente "en un mundo donde la vieja máxima; una tecnología, una industria, no se puede aplicar por más tiempo..." (19).

La ruptura señalada tiene uno de sus dos orígenes en la transversabilidad de la tecnología. (El otro se estudia en el punto siguiente).

Por transversabilidad de la tecnología, entenderemos la capacidad que tiene esta para ser aplicada en otros campos, con otras aplicaciones, y consecuentemente con nuevas posibilidades distintas, de aquellas para las cuales fue inicialmente concebida.

Es ilustrativo recordar (20) que gracias a esta transversabilidad, en Estados Unidos únicamente el 26 % de las innovaciones tecnológicas se limitan exclusivamente a su empleo en el sector originario. Este alto índice de difusión fomenta el uso intersectorial e interdisciplinario de la tecnología en áreas, inconexas entre sí. Baste citar como la tecnología láser se emplea en sistema de detección y dirección de misiles, como bisturí en oftalmología o en la industria de espectáculo para crear efectos especiales (21).

Es posible diferenciar dos tipos de transversabilidad:

A) Transversabilidad hacia productos: Consiste en la creación de nuevos productos a partir de una nueva aplicación de la tecnología. El "Walkman" de Sony constituye un buen ejemplo de como una tecnología conocida que es empleada en crear un producto sin precedente alguno (22).

B) Transversabilidad hacia procesos: Paralelamente al caso anterior, la aplicación de la transversabilidad en los procesos permite hacer competitivos productos de tecnología madura. El modelo por excelencia de esta política son los relojes marca "Swatch" donde combinando una inteligente estrategia de diferenciación del producto, con una tecnología conocida y madura, han atrapado la atención del público (23).

La utilidad real del uso transversal de las tecnologías en el ámbito empresarial, es gracias a la facultad que confiere a las organizaciones de:

A) Detener el fenómeno de maduración tecnológica: "En ocasiones, una tecnología madura se convierte en una tecnología clave cuando se aplica en un nuevo contexto" (24).

B) Moverse en sus "mapas" tecnológicos en las dos direcciones salvando alguno de los riesgos inherentes a las "discontinuidades" como puede ser la búsqueda de usos alternativos a las inversiones en tecnologías que han quedado maduras para rentabilizarlas, a la vez que se emprende el acceso a las nuevas tecnologías claves.

3.4.- Concepción dinámica de la tecnología: La fusión tecnológica.

El concepto de fusión tecnológica resulta más complejo que el de transversabilidad. Se fundamenta en los diferentes enfoques que

se pueden dar a la función de I+D:

"(De I+D) existen dos posibles definiciones. Una empresa puede invertir en I+D que reemplaza una tecnología anterior (método del descubrimiento tecnológico) o puede centrarse en la combinación de tecnologías existentes en híbridos (método de fusión tecnológica)" (25).

El enfoque del descubrimiento tecnológico es el descrito hasta el momento. Siendo su objetivo la generación de discontinuidades de evolución y sustitución como forma de sustentar el progreso tecnológico. Por el contrario, el enfoque tecnológico de fusión, pretende "reunir desarrollos técnicos incrementales de varios, diferentes y previamente separados campos tecnológicos, para crear productos que revolucionen el mercado. Por ejemplo, casando óptica y electrónica se creó la optoelectrónica, origen de las comunicaciones por fibra óptica" (26). "(En la fusión tecnológica) las compañías añaden una tecnología a otra y dan con una solución mayor que la suma de las partes. En tecnología de fusión, uno más uno es igual a tres" (27).

Esta forma de comprensión de la evolución tecnológica abre un amplio abanico de nuevos puntos de referencia; empresas como entes multitecnológicos, nuevos enemigos comerciales desconocidos por pertenecer a otro sector, necesidad de acuerdos comerciales para compartir conocimientos, etc.

4.- TERCERA DIMENSION DE LA TECNOLOGIA: CONCEPTO DE PATRIMONIO TECNOLÓGICO.

Extendiendo las conclusiones de las dos dimensiones anteriores, la expresión "patrimonio tecnológico de las empresas tiene como objeto resaltar que la tecnología constituye un bien raro, de reconocido valor competitivo que conviene cuidar y potenciar" (28).

Esto supone que para alcanzar un grado de notable eficacia en la

gestión de recursos tecnológicos, se debe proceder igual que con el resto de elementos patrimoniales de la empresa. Con este fin, proponemos las siguientes especificaciones divididas en dos niveles:

A) Nivel estratégico: "Gestionar estratégicamente la tecnología significa hacer bien tres cosas:

A.1) Identificar cuales son las tecnologías importantes para la actividad empresarial y para la corporación de acuerdo al grado de madurez y al impacto competitivo de las mismas.

A.2) Dominar estas tecnologías importantes con el fin de obtener unas ventajas sostenidas sobre la competencia.

A.3) Utilizar esta tecnología de modo eficaz, integrándose con otros factores de éxito de la actividad empresarial" (29).

B) Nivel táctico: "Jaques Moran realizó en 1.985 un intento interesante de sistematización del tratamiento de la tecnología. Este autor propone las seis funciones siguientes para la gestión de recursos tecnológicos:

B.1) Inventariar las tecnologías disponibles.

B.2) Evaluar la competitividad y el potencial tecnológico de la empresa.

B.3) Optimizar, es decir, aprovechar al máximo los recursos.

B.4) Enriquecer, o sea aumentar el patrimonio tecnológico de la empresa.

B.5) Vigilar el progreso de nuevas tecnologías.

B.6) Proteger el patrimonio tecnológico" (30).

Y como ocurre en todos los patrimonios empresariales, tendremos elementos integrantes del patrimonio tecnológico tangibles (patentes, por ejemplo), intangibles (como la formación del personal investigador), cuantificables o no, e incluso podemos hablar de errores de gestión en el patrimonio tecnológico, o del fondo de comercio del mismo.

Con este última aproximación al concepto tecnología, queda cerrado el ciclo (para una vez conocidas sus características más notables a través de su visión estática y dinámica), pasar a sus posibilidades reales de gestión tal y como aquí proponemos.

5.- LA TECNOLOGIA Y EL SISTEMA I+D.

Descender desde una concepción global de la tecnología, hasta limitarla al sistema de I+D, resulta relativamente sencillo por la propia definición y composición que hemos dado a ambos términos:

- A) La tecnología es un input del sistema de I+D.
- B) La tecnología forma parte de las transformaciones internas del sistema de I+D.
- C) La tecnología aparece en los outputs del sistema de I+D (31).

Estas tres observaciones, nos permiten otorgar a la tecnología un papel fundamental en el ámbito de I+D como:

- A) Nexos de unión de todas las actividades del sistema de I+D.
- B) Restricción de la función de I+D. (Es necesario disponer de determinadas tecnologías, propias o ajenas, para

acometer proyectos y programas de I+D de nueva concepción).

C) Condición necesaria pero no suficiente del sistema de I+D. (Aparte de la disponibilidad de tecnología es necesario otro tipo de inputs y recursos como se ha visto en el capítulo 1).

Resulta obvio comentar que esta propuesta responde a una situación ideal. El verdadero papel de la tecnología en el sistema de I+D dependerá de todos los factores citados en el capítulo tres y del sector de la actividad empresarial y de la estrategia innovadora de la empresa en particular.

6.- POSICIONAMIENTO TECNOLÓGICO DE UNA EMPRESA.

"La fuerza tecnológica de un negocio, refleja el grado en que es competente o propietario de tecnologías claves de productos y procesos. También refleja el nivel de inversión para sostener tecnologías claves e invertir en tecnologías emergentes. La fortaleza tecnológica competitiva puede caracterizarse como sigue:

A) Dominante: La empresa es un líder tecnológico reconocido como tal y posee un compromiso demostrable en tecnología y creatividad.

B) Fuerte: El nivel de soporte tecnológico y efectividad en la gestión de la tecnología permite al negocio establecer independientemente las directrices técnicas.

C) Favorable: La empresa tiene capacidad tecnológica para permanecer siendo competitiva. Puede proporcionar continuas mejoras en tecnología para sostener su posición, pero no tiene capacidad para tomar el liderazgo tecnológico en bases permanentes.

D) Sostenible: La empresa es un seguidor tecnológico,

debiendo competir frecuentemente con competidores más fuertes.

E) Débil: La competencia técnica del negocio es comparativamente baja, y la mayoría de los esfuerzos son a corto plazo, apagafuegos para mejorar productos o procesos" (32).

¿Cuáles son los determinantes de un posicionamiento tecnológico como el descrito? A nuestro juicio se trataría de:

A) La capacidad de gestionar integralmente los aspectos estáticos y dinámicos de la tecnología.

B) Formular una estrategia tecnológica coherente para el conjunto de la empresa.

C) Una reconocida trayectoria y experiencia.

D) Capacidad demostrada para buscar nuevos usos o mercados para las tecnologías.

E) Relaciones con otras "fuentes tecnológicas" como universidades, empresas, etc.

Una misma organización, puede ser clasificada de forma distinta para cada una de sus líneas de negocio o divisiones con lo cual podrá actuar en consecuencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL ANEXO I:

(1).-SHANK, John K. y GOVINDARAJAN, Vijay. "Strategic Cost Analysis of Technological Investments". Sloan Management Review. Otoño 1.992. Vol: 34. N°: 1. p: 42.

(2).-ESCORSA, Pere. "Estrategia tecnológica: Tendencias actuales."

Publicado en:

ESCORSA, Pere. "La gestión de la empresa de alta tecnología." Ariel. Barcelona 1990. p: 50.

(3).SHANI, A.B.; GRANT, Robert M. y otros. "Advanced Manufacturing Systems and Organizational Choice: Sociotechnical System Approach." California Management Review. Verano 1.992. Vol: 34. N°4.

(4).-KETTERINGHAM, J.M. y WHITE, J.R. "Making Technology Work for Business".

Esta cita ha sido tomada de:

FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. "Manual de dirección estratégica de la tecnología." Ariel. Barcelona 1.988. p: 104.

(5).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. Ob.Cit. pp: 105 - 106.

(6).-ERICKSON, Tamara J.; MAGEE John F. y otros. "Managing Technology as a Business Strategy". Sloan Management Review. Primavera 1.990. Vol: 32. N°: 3. p: 76.

(7).-ERICKSON, Tamara J.; MAGEE John F. y otros. Ob.Cit. p: 76.

(8).-ERICKSON, Tamara J.; MAGEE John F. y otros. Ob.Cit. p: 76.

(9).-ROUSSEL, Philip A.; SAAD, Kamal N. y otros. "Tercera generación de I+D." Mc Graw - Hill. Madrid 1.991. pp: 64 - 65.

(10).-HAMILTON, William F.; VILA, Joaquim y otro. "Patterns of Strategic Choice in Emerging Firms: Positioning for Innovation in Biotechnology." California Management Review. Primavera 1.990. Vol: 32. N°: 3.

La importancia del progreso tecnológico incremental, ha sido puesta de manifiesto por:

BARCELO ROCA, Miquel. "Innovación tecnológica en la industria. Una perspectiva española." BETA Editorial, S.A. Barcelona 1.994. p: 63.

(11).-ROUSSEL, Philip A.; SAAD, Kamal N. y otros. Ob.Cit. p: 59.

(12).-Esta clasificación está extractada y resumida de:

ROUSSEL, Philip A.; SAAD, Kamal N. y otros. Ob.Cit. pp: 59 - 62.

(13).-El gráfico está adaptado de:

ROUSSEL, Philip A.; SAAD, Kamal N. y otros. Ob.Cit. p: 62.

(14).-Ver concepto de "proyecto-programa de I+D derivado" en el capítulo 4, punto 5.1.

(15).-FOSTER, Richard."Innovation. The attacker Advantage." Summit Books. Nueva York. 1.986.

(16).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. Ob.Cit. p: 112.

(17).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. Ob.Cit. p: 113.

(18).-ESCORSA, Pere. Ob.Cit. p: 65.

(19).-KODAMA, Fumio."Technology Fusion and the New R&D." Harvard Business Review. Julio - Agosto 1.992. Vol:70. N°: 4. p:70.

(20).-ESCORSA, Pere. Ob.Cit. p: 111.

También se cita este dato en el capítulo 4, punto 5.4.

(21).-GUITIAN FERNANDEZ DE CORDOBA, Rafael."Marco teórico para la clasificación de inversiones en investigación y desarrollo (I+D)". Actualidad Financiera. 24 - 30 de Octubre de 1.994. N°: 39. pp: I-881, I-892.

(22).-Sobre este producto, se puede encontrar más información en capítulo 4, punto 5.4 y cuadro nº5.7.

(23).-Sobre este producto, se puede encontrar más información en capítulo 4, punto 5.4.

(24).-ERICKSON, Tamara J.; MAGEE John F. y otros. Ob.Cit. p: 77.

(25).-KODAMA, Fumio. Ob.Cit. p: 70.

(26).-KODAMA, Fumio. Ob.Cit. p: 70.

(27).-KODAMA, Fumio. Ob.Cit. p: 72.

Otras aplicaciones de esta capacidad de la tecnología, aparecen en el capítulo 4, punto 5.5.

(28).-MORCILLO Ortega, Patricio."La dimensión estratégica de la tecnología." Ariel. Barcelona 1.991. p: 43.

(29).-Se ha adaptado del original la nomenclatura de los apartados para que coincidan con la seguida con la tesis en ese

punto.

ROUSSEL, Philip A.; SAAD, Kamal N. y otros. Ob.Cit. p: 87.

(30).-Se ha adaptado del original la nomenclatura de los apartados para que coincidan con la seguida con la tesis en ese punto.

ESCORSA, Pere. Ob.Cit. p: 65.

(31).-De forma muy elemental, se puede considerar la innovación como la expresión de una tecnología aplicada a procesos y a productos. Ver anexo II.

(32).-Se ha adaptado del original la nomenclatura de los apartados para que coincidan con la seguida con la tesis en ese punto.

ERICKSON, Tamara J.; MAGEE John F. y otros. Ob.Cit. p: 77.

Conviene realizar una lectura comparada de esta clasificación con las expuestas en el capítulo 3, pregunta 7 y anexo II, pregunta 5.

ANEXO II: Variables del sistema de I+D: Conocimiento e Innovación tecnológica.

1.- DESDE EL CONOCIMIENTO HASTA LA INNOVACION.

Al plantear cuales son los outputs del sistema de I+D en una empresa, se suscitan siempre matizaciones entre los diferentes autores que tratan este tema. Mientras que unos, adscritos a la "tendencia innovación", proponen este concepto como el resultado más evidente de las actividades de I+D, otros, se limitan en señalar el término conocimiento en esa misma condición.

Nuestra intención en esta pregunta, es conciliar ambas propuestas. Como punto de partida, recurriremos a la siguiente cita: (1)

"I+D sólo produce un producto: CONOCIMIENTO. En realidad es conocimiento para un propósito concreto, pero sigue siendo conocimiento. La I+D no produce ventas, ganancias, o reducción de costes. No produce un producto físico para la venta o un proceso operativo. No produce una nueva actividad. No produce calidad. Sin embargo, la I+D produce el KNOW-HOW y el fundamento de estos resultados."

De forma explícita, de la anterior referencia podemos extraer una primera conclusión: Los outputs del sistema de I+D son conocimientos aplicados (Know-how, en la conocida expresión inglesa) a algo, los cuales, para tener utilidad para la empresa, deben suponer y significar novedad con respecto a lo que se venía fabricando, vendiendo, etc. hasta ese momento. En nuestra opinión, el concepto que mejor refleja este conjunto de características por las cuales el conocimiento se puede considerar output del sistema de I+D, es innovación.

Esta dualidad; conocimientos más aplicabilidad útil, queda

patente en el momento en que se analiza el concepto innovación:
(2)

"Una innovación consiste en cierto conocimiento teórico sobre el modo de hacer las cosas mejor que con el método actual (...) Para que este "saber-hacer" genere beneficios, debe venderse o utilizarse de algún modo en el mercado."

Pero esta identificación, no está exenta de dificultades debido a la complicada naturaleza de I+D. En particular, se ponen de manifiesto en los puntos siguientes:

A) Innovación es un concepto muy amplio que abarca la totalidad de una empresa.

B) Los sistemas de I+D, sólo proporcionan una de las múltiples manifestaciones de la innovación.

C) Aunque resulta válido aplicar todas las características de la innovación al sistema de I+D, la identificación inversa no es posible. La relación causa-efecto entre sistema de I+D e innovación no es posible.

D) El éxito o fracaso de un sistema de I+D tiene un doble origen. Primero en el proceso de creación del conocimiento (función I+D propiamente dicha) y segundo en la transformación de ese conocimiento en algo generador de ventajas competitivas (es decir en algo realmente innovador). Ambos orígenes, están por definición estrechamente unidos (3).

Estas dificultades nos conduce a referirnos al término de innovación en dos grandes acepciones. La primera a nivel global y la segunda, más restrictiva, a nivel de la función de I+D. Por este motivo, en las preguntas sucesivas de este anexo, profundizaremos en el concepto innovación como una forma de conocimiento y de decisiones de gestión que los trasladan al

mercado como output del sistema de I+D.

2.- DEFINICION E IMPORTANCIA DE LOS CONCEPTOS INNOVACION E INNOVACION TECNOLOGICA.

Recogiendo el espíritu de la pregunta anterior y después de recopilar diferentes fuentes sobre el tema (4) proponemos las siguientes definiciones de innovación teniendo en cuenta que han sido redactadas para servir mejor a los fines de la tesis:

2.1.-Innovación en sentido global.

Es una actitud positiva de ser, entender, y promover los cambios de las organizaciones. Esta "forma de ser" permite a las organizaciones adoptar cambios y adaptarse a los mismos con la misión de estrechar el contacto con los movimientos (detectados o inferidos) del mercado y de la competencia. La imagen comercial, las nuevas fuentes de información, la tecnología disponible, la posibilidad de alianzas estratégicas, servicios, procesos y productos, clientela, etc. y en última instancia la cuenta de resultados, serán el reflejo de esta actitud positiva.

2.2.- Innovación en el sentido de I+D (o innovación tecnológica) (5) .

Es el resultado de esa "actitud positiva" en la creación y mejora de productos y procesos productivos. Para ello, emplea sus propios recursos y la colaboración del resto de la organización.

Otra forma más resumida de conocer la innovación en el sentido de I+D es bajo la expresión "Innovación tecnológica" (6) de aquí que empleemos ambos términos indistintamente.

Para reafirmar la distinción anterior, creemos ilustrativo acudir a la siguiente lista donde aparecen diferentes tipos de innovaciones atendiendo a su naturaleza : (7)

A) Innovaciones tecnológicas en procesos y productos (ver pregunta 4, de este anexo).

B) Innovaciones comerciales referidas al campo del marketing.

C) Innovaciones organizativas centradas en el diseño de la estructura empresarial, estilo de dirección y aprovechamiento de recursos humanos.

D) Innovaciones financieras con nuevos instrumentos, apoyo a la innovación tecnológica... (ver tercera parte de la tesis).

Consideradas en su conjunto, todas son innovaciones en el sentido global, pero exclusivamente el primer grupo, puede ser catalogado de innovaciones en el sentido de I+D.

Con independencia de esta clasificación, la importancia del concepto innovación, no proviene de sus diferentes formulaciones posibles. El papel fundamental de la innovación proviene de las cambiantes condiciones de competencia que los mercados actuales imponen. Para una mejor comprensión de este papel, podemos diferenciar dos niveles de análisis:

A) Macroeconómico: Las economías más desarrolladas se ven obligadas a competir con los altos salarios de sus trabajadores, con una gran paquete de prestaciones sociales soportadas por el Estado, un alto nivel impositivo de sus unidades productivas, etc. Frente a este modelo de competencia y dentro de una progresiva "globalización" de la economía, aparecen los denominados "NIC'S" (países de reciente industrialización) más competitivos por precio (no soportan ni salarios elevados, ni estado del bienestar, etc.) que las economías más desarrolladas. La única arma para mantener el nivel de competitividad internacional y consecuentemente los niveles de desempleo, de inflación,

etc. es mediante la innovación en procesos y productos (8).

B) Microeconómico: El planteamiento del nivel anterior, puede ser trasladado a las empresas de la forma siguiente; ya no basta con producir y vender productos o servicios de calidad a precios bajos, además es necesario que sean innovadores para una demanda cada vez más exigente (9).

3.- CARACTERISTICAS DE LA INNOVACION TECNOLOGICA.

Al hacer mención a las características de la innovación tecnológica el rigor científico nos obliga a hablar de ellas desde dos posibles ángulos.

3.1.- Características de la innovación tecnológica propiamente dicha.

Como señala Pavitt (10) es posible citar cuatro rasgos definitorios de la innovación tecnológica:

A) Las actividades de innovación incluyen una continua e intensa colaboración e interacción entre los departamentos funcional y profesionalmente especializados; I+D, producción y marketing para el desarrollo, y organización y finanzas para la toma de decisiones estratégicas de actuar en nuevos campos.

B) Las actividades de innovación son profundamente inciertas. Sólo aproximadamente uno de cada diez proyectos de I+D se convierten en un éxito comercial, con los otros nueve no se cumplen los objetivos técnicos o como ocurre más a menudo, los comerciales.

C) Las actividades de innovación son acumulativas. la mayoría del conocimiento tecnológico es específico, incluyendo el desarrollo y la prueba de prototipos y plantas piloto. Aunque las empresas pueden adquirir

tecnología y conocimientos prácticos del exterior, lo que ellas han sido capaces de hacer en el pasado, condicionan fuertemente lo que ellas esperan hacer en el futuro.

D) Las actividades de innovación son altamente diferenciadas. Conocimientos tecnológicos en un campo (Desarrollo de productos farmacéuticos) pueden ser aplicables en campos relativamente cercanos (Desarrollo de un pesticida), pero no existen otras muchas aplicaciones (Diseño y construcción de automóviles) (11).

3.2.- Características de la innovación tecnológica. El proceso de difusión.

Por sí misma, la innovación tecnológica no reporta utilidad a no ser que su existencia y empleo se generalice. Este factor nos obliga a hablar de la difusión de las innovaciones, es decir de como estas "se expanden a través de los potenciales usuarios en función del tiempo" (12).

Resulta apropiado delimitar cuales son los atributos genéricos que fomentan y facilitan este doble proceso de comunicación y adopción. Rogers (13) revisó cientos de estudios sobre el tema e identificó estos cinco:

A) Ventaja Relativa. La innovación es técnicamente superior (en términos de coste, funcionalidad, imagen, etc.) que la tecnología que supera.

B) Compatibilidad. La innovación es compatible con los valores y conocimientos prácticos y formas de trabajar existentes de los usuarios potenciales.

C) Complejidad. La innovación es relativamente difícil de usar y entender.

D) Capacidad de ser probada. La innovación puede ser

experimentada con unos criterios de prueba sin excesivos esfuerzos y gastos, además puede ser desarrollada incrementalmente y generan un beneficio neto positivo.

E) Observabilidad. Los resultados y beneficios del uso de la innovación pueden ser fácilmente observados y comunicados a los demás.

La validez de estas características se han ampliado gradualmente desde el marco de empresa hasta centrar los criterios de aceptación de innovaciones por parte de las organizaciones. "La explicación de VENTAJA RELATIVA, COMPATIBILIDAD, y COMPLEJIDAD como atributos es suficientemente fuerte; las organizaciones están más dispuestas a ser capaces de adoptar innovaciones que ofrezcan ventajas claras, que no interfieran drásticamente con las prácticas existentes y que sean fáciles de entender. CAPACIDAD DE SER PROBADA y OBSERVABILIDAD, se refieren al riesgo. Los posibles usuarios no ven favorablemente a las innovaciones que tienen dificultad para pasar un período de prueba, o cuyos beneficios son difíciles de ver o describir. Estas características incrementan la incertidumbre sobre el verdadero valor de la innovación" (14).

4.- TIPOS DE INNOVACION TECNOLOGICA.

Atendiendo a distintos criterios, es posible realizar ordenaciones de las innovaciones tecnológicas. A continuación exponemos las más sobresalientes.

4.1.- Innovaciones tecnológicas atendiendo a su objeto. (15)

Tienen su origen en la definición dada al concepto innovación tecnológica. Por tanto, se puede diferenciar en:

4.1.1.- Innovación de productos: Relacionada con la introducción en el mercado de un producto nuevo o de una nueva característica a uno ya existente.

4.1.2.- Innovación en procesos: Introducción de un nuevo método de producción o la mejora de los existentes y que no hayan sido probado todavía en esa rama industrial.

"Una visión más cercana a la realidad, denota que las innovaciones de producto y proceso están de hecho integradas a causa de:

A) La reducción de costes que producen las innovaciones de procesos favorecen el aumento de la producción y el crecimiento económico que permite, es fuente de nuevas innovaciones en productos (...).

B) Las innovaciones en procesos comportan normalmente nuevas máquinas o equipos integrados al proceso; estas máquinas o equipos representan innovaciones de producto para la empresa que los produce" (16).

4.2.- Innovaciones tecnológicas atendiendo a su impacto. (17)

4.2.1.- Innovación progresiva o incremental : Se trata de pequeñas mejoras introducidas en productos y procesos. Si bien aisladamente son poco significativas, se suceden continuamente de forma acumulativa y constituyen la base permanente del proceso innovador. Un ejemplo puede ser los continuos cambios introducidos en las redes telefónicas para mejorar la calidad del sonido.

4.2.2.- Innovación total o radical: Son innovaciones que crean nuevos productos y procesos que no pueden entenderse como una evolución natural de los que existían anteriormente. Aunque no se distribuyen uniformemente en el tiempo como las incrementales si surgen frecuentemente. Un ejemplo puede ser la televisión.

Frente a estas dos categorías, se ha propuesto una segunda clasificación (18) que permite hablar de innovaciones

"arquitectónicas" (aquellas que modifican la forma en la cual se unen los componentes de un producto o proceso sin tocar los conceptos principales del diseño) y de innovaciones "modulares" (que modifican los conceptos principales de diseño pero no la relación entre los componentes).

4.2.3.- Nuevo sistema tecnológico: Se trata de un tipo de innovación que tiene gran influencia en todo el sistema económico. Afecta a las condiciones de producción no sólo en los sectores en los que se utiliza principalmente, sino en muchos otros tanto industriales como de servicios. De hecho, más que innovaciones aisladas, provocan una serie de innovaciones asociadas sobre una base tecnológica común. Los materiales sintéticos son un ejemplo de este tipo.

4.2.4.-Revoluciones tecnológicas: Estas innovaciones ocasionan cambios en los paradigmas tecnoeconómicos asociados con los ciclos económicos largos. Dos ejemplos pueden ser la máquina de vapor y el transistor (19).

4.3.- Innovaciones tecnológicas atendiendo a los resultados. (20)

4.3.1.- Innovación basada en hallazgo tecnológico: Parten de nuevos fenómenos físicos o de fenómenos que se explotan por primera vez. Un ejemplo es el transistor.

4.3.2.- Innovación basada en la fusión tecnológica: Consisten en la unión de varias tecnologías diferentes para la producción de un grupo más complejo de productos tecnológicos. Como ejemplo se puede considerar la "mecatrónica", fusión de la mecánica y la electrónica.

4.3.3.- Innovación basada en un uso transversal de la tecnología: Tienen su origen en el empleo de tecnologías diseñadas para otros sectores de la actividad económica dando lugar a nuevos procesos o productos. El empleo

transversal de la tecnología láser es el ejemplo por autonomasia.

4.4.- Innovaciones tecnológicas atendiendo a su origen. (21)

4.4.1.- Innovación impulsadas por la tecnología: Estas innovaciones surgen tras la aparición de nuevos resultados tecnológicos que no habían sido buscado para satisfacer ninguna necesidad concreta. Un ejemplo es el transistor en circuitos electrónicos. En este caso, la invención se basa en un descubrimiento y en la búsqueda de su aplicación.

4.4.2.- Innovación atraída por el mercado: Se trata de innovaciones en las cuales el trabajo de desarrollo de tecnología ha ido dirigido desde el principio a la satisfacción de una necesidad y al abastecimiento de un mercado. Un ejemplo es el motor de inyección. Aquí es necesario evidenciar una necesidad no atendida debidamente y buscar la tecnología adecuada.

5.- INNOVACIONES TECNOLOGICAS Y EMPRESAS.

Si la importancia de la innovación procedía de su condición de ser un nuevo factor de competitividad en los mercados actuales (22), y si hemos definido este concepto como "una actitud positiva" es recomendable clasificar las empresas en función de la amplitud de la innovación que practican.

Así, se contemplan tres grandes apartados: (23)

5.1- Empresas de tecnología avanzada.

"Desarrollan y/o utilizan nuevas tecnologías en diferentes aplicaciones y para distintos mercados. Estas empresas, situadas en la frontera de la ciencia y la industria tienen las siguientes características:

A) Sus gastos de I+D son netamente superiores a la media nacional.

B) Disponen de una proporción elevada de personal altamente cualificado.

C) Pertenecen a sectores de la actividad que frecuentemente se ven sacudidos por cambios tecnológicos importantes.

D) Presentan un potencial de crecimiento rápido pero este crecimiento es generalmente irregular y se realiza por fases sucesivas."

5.2.- Empresas tecnológicamente innovadoras.

"Se trata de empresas que lanzan nuevos procesos o productos de tecnologías clásicas o avanzadas (...) Estas empresas tienen algunas de las características de las empresas de tecnología avanzada, pero su "know-how", se desarrolla esencialmente en la aplicación de la tecnología y su adaptación a las exigencias de su clientela."

5.3.- Empresas innovadoras en sentido amplio.

"Son empresas industriales tradicionales que lanzan nuevos productos o servicios, que utilizan nuevos procesos, métodos de comercialización o de gestión sin que exista un nuevo contenido tecnológico."

6.- INNOVACIONES TECNOLOGICAS Y EL FENOMENO IMITACION.

La inclusión de esta pregunta en este anexo únicamente tiene una finalidad de recordatorio de lo expuesto en los capítulos 2 y 3 donde se exponen en todo detalle las diferentes estrategias empresariales frente a la innovación (24).

Nuestro propósito, es centrarnos en las dos grandes líneas estratégicas de la innovación como paso previo para explicar las interacciones entre ambas:

A) Estrategia innovadora: Representa una "forma de ser y entender los cambios" activa en la búsqueda y lanzamiento de productos y mercados para alcanzar cierta posición de supremacía comercial o tecnológica.

B) Estrategia seguidora: Es la actitud opuesta, caracterizada por la pasividad ante lo nuevo pero no ante las oportunidades creadas o detectadas por otros.

Ambas posibilidades, pueden garantizar el éxito en un mismo mercado como se pone de manifiesto en el cuadro nºII.1.

Con esta clasificación se pone de manifiesto un fenómeno de acción (innovación) y reacción (imitación) consustancial al concepto I+D: (25)

"(La) Innovación puede proporcionar a una empresa una ventaja competitiva y beneficios, pero nada es para siempre. El éxito trae imitadores quienes responden con mejores características, precios menores o alguna nueva fórmula de captar clientes."

Ante esta situación, cabe preguntarse cual de las dos posiciones es la mejor para una empresa. En este sentido, y completando lo expuesto en el cuadro nºII.1, ofrecemos una opinión reconocida sobre este controvertido problema: (26)

"Un gran número de empresas han competido y ganado basándose en innovación tecnológica (...). Otras empresas innovadoras han fracasado a pesar de sus éxitos del comienzo (...). Algunos observadores concluyen como consecuencia de estos fracasos que una estrategia de innovación es demasiado arriesgada. Ellos se remiten a la larga lista de "seguidores" que finalmente ganaron. (...) Un estudio más detallado, muestra que las estrategias de

seguidor funcionan sólo cuando la innovador inicial es demasiado débil para explotar su innovación totalmente o cuando el seguidor tienen ventajas en términos de costes, distribución o reputación (...). Una estrategia de seguidor llega a ser difícil y arriesgada particularmente cuando cada industria desarrolla con consistencia innovaciones. A largo de plazo, la estrategia de innovación ofrece más oportunidades."

En términos cuantitativos, se demuestra que ritmo de imitación es directamente proporcional a la rentabilidad esperada de una innovación e indirectamente al volumen de inversión requerido (27).

La segunda, tercera y cuarta parte de esta tesis, aportan algunas de las claves a considerar para mantener una estrategia con éxito.

7.- INNOVACION TECNOLOGICA Y REGIMENES DE PROPIEDAD.

Sin profundizar en el complejo entramado jurídico (28), podemos considerar que una de las diferenciaciones más importantes entre las inversiones en innovación tecnológica y de cualquier otro tipo, es que las primeras son patentables. Este hecho, ofrece a una empresa protección legal de los imitadores y usos no autorizados de sus innovaciones.

Así podemos decir, que la propiedad de una innovaciones se adquiere de pleno derecho cuando existe una patente que la ampare y proteja del uso indiscriminado. Los efectos, desde la perspectiva de I+D, de esta fórmula para adquirir la propiedad de las innovaciones pueden dividirse en dos:

7.1.- Incentivación de las innovaciones por el sistema de patentes.

En los países desarrollados existen dos grandes sistemas de reconocer la propiedad de una innovación a través del sistema de

patentes: (29)

A) Primero en inventar ("First-to-invent"): Otorga la patente a quien concibió la idea original.

B) Primero en registrar ("First-to-file"): Aprueba la solicitud de patente del primero que acuda al Registro de la Propiedad Industrial.

El primer sistema, se emplea exclusivamente en Estados Unidos (se encuentran en proceso de revisión), mientras el segundo es el empleado en el resto de naciones occidentales. Para ambos, existen argumentos a favor y en contra, pero podemos señalar como es generalmente aceptado que el modelo "primero en inventar" protege mejor a los empresarios e inventores pequeños mientras que el otro favorece a las grandes corporaciones.

Cualquiera que sea el método, tiene el deber de transmitir seguridad jurídica al legítimo propietario y proporcionar unos trámites para la consecución de las patentes sencillos, rápidos y de la mayor vigencia temporal y geográfica posible. En la medida que estos objetivos se alcancen, la innovación como actividad económica se verá incentivada.

7.2.- Efectividad de la seguridad jurídica (Regímenes de propiedad fuertes y débiles).

"Se sabe desde hace tiempo, que las patentes no funcionan tan bien como se supone en la teoría. Difícilmente, por no decir nunca, las patentes proporcionan protección total (...). Muchas patentes pueden ser reinventadas a bajo coste" (30).

Esta realidad constatada hasta la saciedad, obliga a los promotores de innovaciones tecnológicas a diseñar sus estrategias de I+D teniendo presente este factor y en concreto sí la innovación a generar pertenecerá a: (31)

A) Regímenes de propiedad fuerte: "En los pocos casos en que el innovador tiene una patente segura o una protección de los derechos de copia (copyright) o cuando la naturaleza del producto hace que esté bien protegido por el secreto de la empresa que impide a los imitadores el acceso un conocimiento adecuado, el innovador puede comercializar su producto con seguridad durante un período de tiempo."

B) Regímenes de propiedad débiles: "Son la regla y no la excepción. Por ello, los innovadores deben recurrir a la estrategia si quieren mantener a los imitadores a raya."

Canales de distribución, economías de escalas, tecnologías de producción, etc. deben ser contempladas conjuntamente y desde un primer momento en cada proyecto - programa de I+D, porque reforzarán la vigencia de los regímenes de propiedad en su protección a las innovaciones.

Esta discriminación sectorial en función de la efectividad del sistema de patentes, refuerza lo señalado en el capítulo 3, pregunta 2 sobre la influencia en las actividades de I+D de los sectores.

Cuadro n°II.1.- Estrategia innovadora vs. seguidora
El caso de SONY y EMERSON.

A mediados de la década de los ochenta, el sector de la electrónica de consumo, experimentaba un "boom" en los Estados Unidos. A pesar de su alto crecimiento, la rentabilidad general de los fabricantes era baja; habían entrado en el sector tantas empresas que los avances tecnológicos tenían una vida muy corta y además la bajada de precios era desenfrenada.

SONY Corporation, tenía fama de ser una de las empresas mejor gestionadas y más innovadoras del sector. EMERSON Radio, era un "seguidor inteligente". Mientras que SONY era líder en mercados como el Betamax, Walkman, etc., EMERSON, entraba en el mercado posteriormente con productos "clónicos" a precios menores. Con estas dos estrategias tan diferentes, ambas compañías tenían aproximadamente un 5% de cuota de mercado en unidades y dentro del sector eran de las pocas que competían de forma rentables como se muestra a continuación:

MEDIA PERIODO 83 - 86.
MARGEN OP. R.O.A.

SONY	10%	8%
EMERSON	7%	15%
MEDIA SECTOR	3%	5%

Un análisis de "benchmarking" estratégico permitió ver que las dos empresas aún teniendo estrategias diferentes obtenían resultados comparables:

RESUMEN DE INDICADORES ESTRATEGICOS.

	SONY	EMERSON
PRECIOS	Segmento alto.	Segmento bajo.
I+D	Líder.	Copiar a otros.
FABRICACION	Propia.	Subcontratación.
DISTRIBUCION	Tiendas normales y especializadas.	Tiendas normales.
PUBLICIDAD	Abundante.	Ninguna.

Las conclusiones son obvias, ambas empresas habían diseñado e implantado sus estrategias de forma acertada y consistente internamente, pero en polos opuestos del espectro. Cuando se realizó un análisis similar de empresas del sector con menor rentabilidad, se constató que la mayoría habían mezclado aspectos de la estrategias de SONY y EMERSON, pero no se habían definido claramente por ninguna de ellas.

FUENTE: Kaiser Associates, Inc. "Como superar la competencia; Guía práctica de Benchmarking". Edita A.P.D. Bilbao 1.994. pp: 58 - 60.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL ANEXO II:

(1).-ROUSSEL, Philip A; SAAD, Kamal N. y otros. "Tercera generación de I+D." Mc Graw-hill. Madrid 1.991. p: 67.

(2).-TEECE, David."Innovación tecnológica y éxito empresarial."

Publicado en :

ESCORSA, Pere."La gestión de la empresa de alta tecnología." Barcelona 1.990. p:122.

(3).-En este sentido, el capítulo 5 completaría esta información.

(4).-Las reflexiones más importantes sobre la definición del concepto innovación las hemos encontrado en los artículos del número especial dedicado a la innovación por:

CALIFORNIA MANEGEMENT REVIEW. "Special Issue". Primavera 1.990. Vol: 32. N°: 3.

(5).-Una recopilación de definiciones de innovación tecnológica coincidentes con la expuesta pueden encontrarse en:

BARCELO ROCA, Miquel. "Innovación tecnológica en la industria. Una perspectiva española." BETA Editorial, S.A. Barcelona 1.994. p: 21.

(6).-"De estos cinco tipos de innovación, la innovación tecnológica se asocia a los dos primeros: innovación de procesos e innovación de productos, que son relacionados directamente con los medios físicos."

"La forma sistemática de atacar el problema de la innovación tecnológica se ha denominado tradicionalmente I+D (...)."

ESTUDIO COTEC N° 2. "Conceptos básicos de referencia para el estudio de la innovación tecnológica." Fundación COTEC. Madrid 1.993. pp: 8 y 13.

Esto no quiere decir que sea una responsabilidad exclusiva de I+D (innovación tecnológica como aquello que hace el departamento de I+D). Debe contemplarse como una función distribuida por todas las unidades de la empresa, proveedores y cliente.

BARCELO ROCA, Miquel. Ob.Cit. p: 57.

Por último, consultar capítulo 1, pregunta 4. y punto 5.4.

(7).-BARRUTIA GÜENAGA, J. y MAQUEDA LA FUENTE, F.J. "La gestión de la innovación: Un factor importante en la competitividad de las empresas del País Vasco." Revista Europea de Dirección Y Economía de Empresa. Diciembre 1.992 Vol: 1. N°:3. pp: 73-74.

(8).-El argumento principal de este punto proviene de:

PAVITT, Keith. "What We Know about the Strategic Management of Technology." California Management Review. Primavera 1.990. Vol: 32. N°: 3.

PORTER, Michal E. "Capital Disadvantage: America's Failing Capital Investment System." Harvard Business Review. Septiembre - Octubre 1.992. Vol: 70. N°: 5.

El capítulo 3, pregunta 5 amplía este nivel de análisis.

(9).-El argumento principal de este punto proviene de:

SHANK, John K. y GOVINDARAJAN, Vijay. "Strategic Cost Analysis of technological Investments." Sloan Management Review. Otoño 1.992. Vol: 34. N°: 1.

El capítulo 2, amplía este nivel de análisis.

(10).-PAVITT, Keith. Ob.Cit. p: 18.

(11).-Existe una gran similitud con los conceptos de transversabilidad y fusión de la tecnología recogidos en el anexo I, puntos 3.3 y 3.4.

(12).-FICHMAN, Robert G. y KEMERER, Chris F. "Adoption Software Engenieering Innovations: The case of Object Orientation." Sloan Management Review. Invierno 1.992. Vol: 34. N°: 2. p: 9.

(13).-FICHMAN, Robert G. y KEMERER, Chris F. Ob.Cit. p: 9.
Esta clasificación, también aparece en el capítulo 6, punto 8.3.2.

(14).-FICHMAN, Robert G. y KEMERER, Chris F. Ob.Cit. pp: 9-10.

(15).-ESTUDIO COTEC N° 2. Ob.Cit. p: 8.

Sobre otras clasificaciones de las innovaciones tecnológicas puede consultarse:

BARCELO ROCA, Miquel. Ob.Cit. pp: 32 - 34.

En el capítulo 4 se definen los proyectos-programas de I+D en procesos y en productos.

(16).-BARCELO ROCA, Miquel. Ob.Cit. p: 34.
Esta clasificación y la integración existente, constituyen el fundamento del "modelo integrador de las clasificaciones de proyectos-programas de I+D"; capítulo 4, pregunta 5.

(17).-ESTUDIO COTEC N° 2. Ob.Cit. p: 11.
Tecnológicamente, estos conceptos se corresponden a los de "discontinuidad de salto y sustitución" (anexo I, punto 3.2).

Esta pregunta está estrechamente relacionada con el capítulo 6, punto 8.1, con el capítulo 11, punto 4.1 y con el capítulo 12, punto 2.1. En estos dos últimos casos, se refieren a la financiación de I+D.

(29).-"R&D RESEARCH AND DEVELOPMENT". *Should U.S. Revamp Patent System?*. Octubre 1.992. Vol: 34. N°: 12. p: 20.

(30).-TEECE, David J. Ob.Cit. p: 120.

(31).-TEECE, David J. Ob.Cit. pp: 124 - 125.

ANEXO III: Variables del sistema I+D: Riesgos asociados.

1.-RIESGO E INCERTIDUMBRE EN EL SISTEMA DE I+D.

Sí algún aspecto define la idea más generalizada sobre la función de I+D es que representa un alto grado de riesgo o incertidumbre. Esta variable está presente a todos los niveles y dimensiones en las decisiones de I+D afectando a la influencia del resto de variables del sistema de I+D.

A nivel cualitativo, la distinción entre riesgo e incertidumbre en el ámbito de I+D que proponemos parte del planteamiento realizado por Riverola y Muñoz-Seca (1). Estos autores, desde la perspectiva del proceso de toma de decisiones, proponen diferenciar entre incertidumbre y riesgo en función del grado de conocimiento de las posibles causas - efectos.

A partir de este planteamiento, realizan una distinción en tres tipos diferentes de "falta de conocimiento": (2)

A) Incertidumbre estructural: "La estructura del conjunto de acciones es desconocido. (...) Esto significa a su vez, que siendo incapaz de especificar el conjunto de acciones disponibles, se está poco seguro de los resultados de dichas acciones."

B) Incertidumbre: "El conjunto de estados de la naturaleza es conocido pero no es asignable ninguna distribución de probabilidad. (...) Esencialmente, (el decisor) carece del conocimiento de las maneras de relacionar los diferentes estados entre sí."

C) Riesgo : "El conjunto de estados es conocido y se conoce su distribución o bien se le ha asignado una determinada."

(...) Ello implica conocimiento del conjunto de estados (esto es, debería ser posible enumerar que puede ocurrir) y el suficiente conocimiento como efectuar la asignación de probabilidades (probabilidad subjetiva)."

Conocidas estas acepciones del riesgo y la incertidumbre, quedaría plantear el problema que suscitan a las organizaciones de I+D. Nuestra propuesta, concuerda con la expresada en la cita siguiente: (3)

"Las personas implicadas en la innovación tecnológica en una corporación se enfrentan a una situación en la que la necesidad de acción es clara, pero la misma no lo es. En tanto en cuanto se da esta situación, la corporación no puede actuar de un modo eficaz, porque no está diseñada para la INCERTIDUMBRE, una situación en la que no hay objetivos claros, ni medidas de los cumplimientos ni un adecuado concepto del control. Una corporación no puede operar en la incertidumbre, pero está bien equipada para afrontar el RIESGO. Se trata precisamente de una organización diseñada para descubrir, evaluar y operar sobre riesgos."

De lo expuesto hasta este momento, cabe pensar que la racionalidad empresarial de las organizaciones de I+D, destinará los recursos mínimos necesarios a la función de I+D para mejorar el grado de conocimiento cuando esta se encuentre en una situación de incertidumbre estructural o de incertidumbre simple. Y que se irán gradualmente aumentando a medida en la cual se avance en la comprensión. En estados posteriores, esta situación se reconvertirá hacia una de riesgo donde la operatoria será más convencional (4).

Cuantificar en valores comparables estas magnitudes y la evolución apuntada es una tarea no exenta de dificultades. La teoría nos señala que (5) "en el marco del análisis coste - beneficio, el riesgo de una innovación es cuanto comenzamos a perder si fracasamos, multiplicado por la probabilidad de

fracasar." Pero (6), "no existen definiciones rigurosas sobre un riesgo o incertidumbre, "bajo", "moderado", o "alto". Cada uno de ellos viene determinado por la cultura de empresa, las estrategias, las industrias específicas en que opera la firma y por las condiciones de la competencia."

Las dificultades señaladas, introducen un componente subjetivo importante en la valoración de estas magnitudes y por tanto una consecución de soluciones de compromisos por parte de todos los grupos humanos implicados en el desarrollo de un proyecto o programa de I+D para permitir el avance del mismo.

2.-CRITERIO CLASIFICATORIO DE LOS RIESGOS DE LA FUNCION DE I+D.

Como acertadamente se ha señalado, las organizaciones de I+D están capacitadas para enfrentarse al riesgo en el marco de la ejecución de su función de I+D. Deducimos la necesidad de profundizar más en la estructura del riesgo e identificar sus manifestaciones posibles. Con esta idea, acudimos al siguiente criterio de clasificación; "momento de aparición del riesgo en relación con la función de I+D (más concretamente según se ejecuta un proyecto - programa)".

El resultado queda reflejado en el cuadro nº III.1. Como se observa, en ese cuadro, se han identificado las etapas especificadas en el capítulo 6 para todo proyecto - programa de I+D. La finalidad, es demostrar la estrecha vinculación entre las diferentes manifestaciones del riesgo de I+D con las particularidades de cada momento.

En las sucesivas preguntas de este capítulo desarrollaremos los aspectos más significativos de cada una de estas categorías.

3.- RIESGOS ANTERIORES (EN SU 1ª ETAPA) AL PROYECTO - PROGRAMA DE I+D.

Comprenden aquellos riesgos asumidos con anterioridad a cualquier asignación de recursos a un proyecto - programa de I+D. Consecuentemente, afectarán a la ejecución del mismo y a la posterior de comercialización de la innovación tecnológica que se podría generar. La manifestación más importante de este tipo de riesgo es:

3.1.-"Coste de oportunidad" del proyecto - programa de I+D.

Por "coste de oportunidad" entendemos una teoría del valor de las decisiones económicas por la cual estas se valoran en términos de lo que renunciamos al tomarlas y no por su verdadero valor propio.

Cuadro nºIII.1: Tipos de riesgos presentes en la función de I+D.
--

1.- Riesgos anteriores (en su 1ª etapa) al proyecto - programa de I+D:
--

1.1.- "Coste de oportunidad" del proyecto - programa de I+D.
--

2.- Riesgos simultáneos (en su 2ª etapa) a la ejecución del proyecto - programa de I+D:

2.1.- Riesgo técnico del proyecto - programa de I+D.
--

2.2.- Riesgo organizativo del proyecto - programa de I+D.

2.3.- Riesgo estratégico del proyecto - programa de I+D.
--

3.- Riesgos posteriores (en su 3ª etapa) a la ejecución del proyecto - programa de I+D:

3.1.- Riesgo de mercado de la innovación tecnológica.

3.2.- Riesgo financiero del proyecto - programa de I+D.

La extensión de esta definición al contexto de un proyecto - programa de I+D nos permite afirmar que el "coste de oportunidad" del mismo, es el conjunto de beneficios derivados de productos,

tecnologías, cuotas o nichos de mercado, etc. que se hubiesen podido obtener si las decisiones tomadas hubiesen sido otras. En especial, se hace mención a decisiones del tipo emprender o no y continuar - abandonar.

En un entorno competitivo como el actual (7), la función de I+D se hace más necesaria que nunca, pero ninguna empresa puede desarrollar una estrategia de I+D para estar en todos los mercados o tecnologías posibles. En esta actitud de renuncia, aparece el origen del "coste de oportunidad". Este dilema empresarial (participar en una inversión en I+D o no), puede ser expresado de otro modo mucho más impactante: (8)

"Incluso aunque el riesgo de participación en muchos de los proyectos de I+D es alto, el riesgo de la no participación es a menudo mucho mayor."

En este sentido, se nos ocurre poner como ejemplo los proyectos - programas generadores de discontinuidades tecnológicas de sustitución (9) a las cuales deben sumarse aquellos competidores que no las posean, o asumir el riesgo de verse desplazados del mercado. Cuantificar el "coste de oportunidad" es una labor difícil. A partir de su definición, se puede deducir que será la probabilidad complementaria del riesgo global del proyecto - programa de I+D, pero estaríamos ante un mero ejercicio teórico de dificultosa aplicación práctica. Esta situación, nos obliga a acudir a principios subjetivos con el objeto de obtener una estimación aproximada y utilizable (10).

Otro tanto ocurre con las fuentes generadoras de este tipo de riesgo. El origen posible está tan disperso que resulta una labor desmesurada inventariarlo. Competidores directos y empresas sin ninguna vinculación sectorial aparente, configuran los extremos de una de las múltiples direcciones donde se provoca el "coste de oportunidad".

4.- RIESGOS SIMULTANEOS A LA EJECUCION (EN SU 2ª ETAPA) DEL PROYECTO - PROGRAMA DE I+D.

Podíamos definirlos como los riesgos intrínsecos de un proyecto - programa de I+D, o de un modo más genérico de la función de I+D. Su génesis, presencia, desarrollo, incidencia y conclusión, están condicionados por los límites del proyecto - programa de I+D, de sus objetivos, recursos, modalidad de gestión, etc.

En esta categoría hemos incluido estos tres tipos de riesgo:

4.1.- Riesgo técnico del proyecto - programa de I+D. (11)

Se presenta como el posible error en la ejecución del proyecto - programa de I+D que afecta a alguno de estos campos:

A) Fallos en convertir la estrategia deseada en especificaciones tecnológicas.

B) Fallos en el desarrollo apropiado de la nueva tecnología.

C) Fallos de los prototipos o plantas pilotos para satisfacer una serie de especificaciones iniciales.

En el cuadro nº III.2 ofrecemos las posibles fuentes de este tipo de riesgo así como cuando puede ser catalogado de bajo o alto.

4.2.- Riesgo organizativo del proyecto - programa de I+D. (12)

Es una función de la habilidad de la organización para emprender y enfrentarse con un proyecto - programa de I+D nuevo. Particularmente, reflejará las tensiones que siempre se produce entre los departamentos de I+D, producción, marketing y dirección general, y que en muchas ocasiones condicionan la viabilidad y

Cuadro nºIII.2.- Fuentes y valoración del riesgo técnico de I+D.		
FUENTE:	RIESGO BAJO:	RIESGO ALTO:
Situación de los procesos actuales.	Comprendidos, simples o controlados.	Confusos, complejos o fuera de control.
Tecnología incluida.	Probada por la empresa y asimilada.	Sin probar. Los conocimientos deben ser adquiridos o desarrollados.
Funciones y procesos afectados.	Sencillos.	Múltiples.
Origen del proyecto - programa de I+D.	Laboratorio.	Clientes.
Volumen de inversión.	Pequeña en relación con la base de activos.	Grande en relación con la base de activos.

continuidad de determinados proyectos - programas de I+D.

Como en el caso anterior es posible construir un cuadro donde e recogen las posibles fuentes y su valoración (cuadro nºIII.3).

4.3.- Riesgo estratégico del proyecto - programa de I+D. (13)

Continuando con la línea expuesta en el capítulo 2 en su pregunta 2, sobre la definición de estrategia empresarial, es posible afirmar que "sin una estrategia adecuada, las capacidades tecnológicas y organizativas llegarán a estar mal orientadas y dirigidas. Una buena estrategia empresarial debe responder dos preguntas: ¿Cuál es nuestro negocio? y ¿Cuales son nuestras ventajas competitivas de base? El riesgo estratégico se presenta si una empresa no puede contestar adecuadamente a estas dos preguntas. Si la primera puede ser contestada pero la segunda no, se debe reconsiderar la primera respuesta. La oportunidad de mercado debe ser redefinida hasta encontrar una base suficiente

para una ventaja competitiva. En caso contrario, el mercado tendría que ser abandonado. (...) El riesgo estratégico debe ser también asociados en términos de la propia estrategia. Algunas estrategias son más arriesgadas que otras (...)"

Cuadro n°III.3.-Fuentes y valoración del riesgo organizativo de I+D.		
FUENTE:	RIESGO BAJO:	RIESGO ALTO:
Relaciones organizativas horizontales.	Interconectada. Historial de cooperación y apoyo mutuo.	Competitividad. Historial de enfrentamientos.
Relaciones personales.	Desarrolladas en consenso.	Dirigidas y controladas.
Tradición de entrenamiento.	Prioridad alta.	Prioridad baja o nula.
Estructura existente de trabajo.	Multi-tarea y toma de decisiones incluida.	Estrecha, no entrenada sin incluir toma de decisiones.
Relaciones línea - staff.	Historial de colaboración.	Hostilidad, desconfianza mutua.
Niveles de la organización.	Plana e informal.	Jerárquica y formalizada.
Reacción ante el cambio.	El cambio es bienvenido.	Resistencia a los cambios.

Cuadro n°III.4 .- Fuentes y valoración del riesgo estratégico de I+D.		
FUENTE:	RIESGO BAJO:	RIESGO ALTO:
Posicionamiento del producto.	Base amplia.	Base estrecha.
Mercado objetivo.	Amplio.	Estrecho (nicho de mercado).
Ventaja competitiva.	Disponible.	A desarrollar.
Base tecnológica.	Presente.	A desarrollar.
Novedad de la estrategia.	Sin cambios significativos.	Con notables diferencias.

Al igual que en la explicaciones de los riesgos anteriores, hemos

recogido en el cuadro nº III.4 las fuentes posibles de riesgo estratégico y su consideración subjetiva.

5.- RIESGOS POSTERIORES (EN SU 3ª ETAPA) A LA EJECUCION DEL PROYECTO - PROGRAMA DE I+D.

Suponiendo el buen fin técnico del proyecto - programa de I+D, sus resultados se convierten en innovación tecnológica o conocimiento (14). Cualquiera de estos resultados posibles, se enfrentará al mercado y a la competencia dando lugar al primero de los riesgos a tratar en esta pregunta. Así mismo, los logros de un proyecto - programa de I+D, se encuentran inmersos dentro la posibilidad de ser incapaces de amortizar el volumen de inversión comprometido en su generación y comercialización, y con ello, están afectados por el segundo tipo de riesgo a referirnos a continuación.

5.1.- Riesgo de mercado de la innovación tecnológica. (15)

Se le puede considerar fruto de dos variables. La primera sería la aceptación por parte de los consumidores últimos de la innovación tecnológica incorporada por los productos o la mejora en la utilidad de estos por la influencia de las innovaciones de procesos.

La segunda variable, hace mención a los movimientos de la competencia por apropiarse de una parte del mercado originado por la innovación (16).

Ambos casos, conjuntamente, determinarán la vida de la innovación y el resultado económico - financiero global de su promotor.

Siguiendo la misma tónica, en el cuadro nº III.5 ofrecemos las posibles fuentes de este riesgo así como una valoración del mismo.

5.2.- Riesgo financiero del proyecto - programa de I+D.

Existe una relación inversamente proporcional entre el grado de riesgo (de cualquier tipo) y los recursos financiero asignados a un proyecto - programa de I+D; a medida que se reduce el primero aumentan los segundos. Surge entonces el riesgo financiero como la posibilidad de perder o de no recuperar los fondos invertidos. De esta definición, podemos extraer dos posibles medidas del riesgo financiero:

A) En términos de probabilidad: El riesgo financiero se configura como una función del riesgo global entendiendo a este como una combinación lineal del resto de riesgos (mercado, técnico, organizativo y estratégico) pues representan la cuantificación de aquellos factores capaces de hacer perder la inversión. En determinado sentido, el riesgo financiero puede considerarse como un riesgo anterior a la ejecución del proyecto-programa de I+D; probabilidad de que las reservas financieras disponibles se agoten con anterioridad a la finalización del proyecto-programa de I+D.

B) En términos monetarios: Esta expresión del riesgo financiero se establece en términos absolutos como el montante comprometido en el proyecto - programa de I+D. Tiene a su vez una doble lectura:

B.1) Presupuestaria: Máxima cantidad de recursos que se pueden perder.

B.2) Inversora: Cantidad de recursos efectivamente implicados afectados directamente por el riesgo global del proyecto - programa de I+D.

La situación descrita, por consiguiente, es equiparable al tratamiento del riesgo en otros procesos de inversión productiva.

En este punto, conviene precisar que esta equiparación sólo se refiere al riesgo financiero del proyecto - programa de I+D (17).

Cuadro n°III.5.- Fuentes y valoración del riesgo de mercado una innovación tecnológica.

FUENTE:	RIESGO BAJO:	RIESGO ALTO:
Novedad del producto.	Media / Baja.	Alta.
Novedad del mercado.	Maduro.	Emergente.
Oportunidad comercial.	Larga.	Corta.
Velocidad del mercado (dinamismo)	Lento.	Rápido.
Ciclo de vida tecnológico.	Largo.	Corto.
Actuación de la competencia.	Pasiva y/o predecible.	Agresiva y/o imprevisible.
Economía general.	Estable y/o predecible.	En proceso de cambio y/o impredecible.
Resultado.	Ventas del producto final o sus aplicaciones bajas en comparación con la totalidad de las ventas del promotor.	Ventas del producto final o sus aplicaciones en comparación con la totalidad de ventas de la unidad de negocio alta.
Protección del sistema de patentes o propiedad industrial.	La protección es fuerte y por tanto la innovación tiene pocas posibilidades de ser "reinventada".	La protección es débil y son previsibles ataques de la competencia en este sentido.

Finalmente, en tanto y cuanto la función de I+D está dotada de unos recursos para, con las decisiones adecuadas, obtener unos rendimientos positivos en el futuro, la permanencia del riesgo financiero se extiende por toda la vida comercial de las innovaciones tecnológicas producidas. Es decir, más allá del propio proceso de I+D estando en esta última etapa representado únicamente por su dimensión probabilística y ligado a las

contingencias creadas por la presencia del riesgo de mercado (18).

6.- EL AZAR O CASUALIDAD COMO VARIABLE PROPIA DEL SISTEMA DE I+D.

La causística derivada de la pormenorización del origen de ciertas innovaciones, pone de manifiesto que un porcentaje de ellas son fruto de la casualidad o azar. Es esta, la lectura positiva de trabajar en un entorno dominado por el riesgo o la incertidumbre: (19)

"El término empleado para hacer referencia a lo inesperado es SERENDIPITY: facultad de hacer felices e inesperados descubrimientos que no se buscaban a partir de otros circunstanciales. Lo inesperado es muy común en las empresas. (...) la aplicación más importante de una tecnología nueva, no es siempre la planificada."

Las implicaciones de esta expresión positiva de los riesgos asociados a I+D pueden ser extraordinariamente importantes y modificar sustancialmente la definición de una empresa: (20)

"Dado el carácter sorpresa de la I+D, es posible que una empresa llegue a estar en posesión de una innovación radical que merezca la pena desarrollar aunque la operación suponga una ruptura con la actividad tradicional de la misma."

Ante una situación como la descrita, la empresa teniendo presentes sus capacidades de todo tipo (pero en particular de I+D) puede actuar de dos únicas formas racionales, cada una de las cuales ilustramos con un ejemplo real:

A) Desarrollar por sí misma el descubrimiento casual: (21)
James Schaltter de G.D. Searle descubrió de forma casual el aspartame, (el edulcorante artificial más utilizado), cuando se chupó los dedos y descubrió que aquella sustancia sobre la que estaba trabajando era dulce (en principio el

objetivo de su investigación era otro). Nutrasweet, el nombre comercial dado al aspartame por G.D. Searle, alcanzó una aceptación rápida por parte de la F.D.A. (Agencia Federal de Alimentación) de los E.E.U.U. gracias a su buen sabor y su capacidad para sustituir al azúcar en muchas de sus aplicaciones. La progresión de las ventas fue un éxito:

1.982.	74	Millones de dólares.
1.983.	336	" " "
1.985.	> 700	" " "

Además, su versión en tabletas había conquistado el 50% del mercado estadounidense de sustitutos del azúcar y era el número uno en otros cinco países.

B) Vender a un tercero el descubrimiento casual: (22)

La empresa de productos farmacéuticos suiza ROCHE inventó la técnica de los cristales líquidos utilizados en la fabricación de relojes y calculadoras. Sin embargo, en primer lugar guardó este descubrimiento potencial y cuando en mitad de una crisis (que relegó a ROCHE del quinto al décimo cuarto lugar en el "ranking" mundial de empresas farmacéuticas), con unos márgenes netos cayendo en picado, transmitió esta tecnología que la dieron un impulso comercial e industrial.

En los comienzos de la década de los ochenta otra empresa, SHARP desarrolló la primera aplicación comercial viable de las pantallas de cristal líquido. Hoy en día, (1.992) esta compañía controla el 38% del mercado mundial valorado en 200.000 millones de dólares y que se espera se triplique en 1.995.

La justificación de estos ejemplos, viene dada por la carencia de formulaciones más teóricas (ciertamente difíciles de hacer) pero apuntan tendencias sobre la explotación de estos resultados

inesperados. Así se puede suponer que la situación global de la empresa y la coherencia con la línea de actividad habitual pueden ser dos indicadores útiles para optar por una de estas dos alternativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL ANEXO III:

(1).-RIVEROLA, Josep y MUÑOZ-SECA, Beatriz."Implementación de proyectos de innovación: Un paradigma y sus implicaciones."

Publicado en:

ESCORSA, Pere. "La gestión de la empresa de alta tecnología." Ariel. Barcelona 1.990. pp: 170 - 185.

(2).-RIVEROLA, Josep y MUÑOZ-SECA, Beatriz. Ob.Cit. p: 175.

(3).-ROUSSEL, Philip; SAAD, Kamal y otros."Tercera generación de I+D." Mc Graw-Hill. Madrid 1.991. p: 76.

(4).-Con este propósito, se establece la primera etapa de todo proyecto-programa de I+D en el capítulo 6, pregunta 3.

(5).-SCHON, Donald A. "The Fear of Science and Technology".

Publicado en:

HAINER, R.M.; KINGSBURY, S. y otro."Uncertaninty in Research Management and New Product Development." Reinhold. Nueva York. 1.967. p: 12.

Citado por:

ROUSSEL, Philip; SAAD, Kamal y otros. Ob.Cit. p: 75.

(6).-ROUSSEL, Philip; SAAD, Kamal y otros. Ob.Cit. p: 77.

(7).-La descripción del entorno socio-económico actual puede encontrarse en el capítulo 2, pregunta 3.

(8).-HOTTENSTEIN, Michael P. y DEAN, James W. Jr."Managing Risk in Advanced Manufacturing Technology." California Management Review. Verano 1.992. Vol: 34. Nº: 4. p: 115.
El problema de la selección comprenden los capítulos 14 a 17.

(9).-Ver anexo I.

(10).-Ampiar en este sentido, en el capítulo 15, preguntas 6 y 7.

(11).-Tanto el texto como el cuadro, proceden de:

HOTTENSTEIN, Michael P. y DEAN, James W. Jr. Ob.Cit. p: 117.

(12).-Tanto el texto como el cuadro, proceden de:

HOTTENSTEIN, Michael P. y DEAN, James W. Jr. Ob.Cit. p: 119.

(13).-Tanto el texto como el cuadro, proceden de:

HOTTENSTEIN, Michael P. y DEAN, James W. Jr. Ob.Cit. pp: 115 - 117.

(14).-Ver anexo II.

(15).-Tanto el texto como el cuadro, proceden de:

HOTTENSTEIN, Michael P. y DEAN, James W. Jr. Ob.Cit. p: 115.

(16).-Principalmente mediante estrategias imitativas, según lo descrito en el anexo II, pregunta 6.

(17).-En los capítulos 14 y 16 se discute acerca de las deficiencias detectadas en los sistemas de selección fruto de esta equiparación.

(18).-En relación con la valoración que hacen del riesgo financiero los mercados de capitales, consultar capítulo 9, punto 4.1.

(19).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. "Manual de dirección estratégica de la Tecnología." Ariel. Madrid 1.988. p: 129.

(20).-MORCILLO ORTEGA, Patricio."La dimensión estratégica de la tecnología." Ariel. Madrid 1.991. p: 168.

(21).-El ejemplo ha sido construido con informaciones procedentes de:

ROUSSEL, Philip S. ;SAAD, Kamal N. y otro. Ob.Cit. p: 28.

TEECE, David J."Innovación tecnológica y éxito empresarial."

Publicado en:

ESCORSA, Pere. Ob.Cit. p: 136.

(22).-El ejemplo ha sido construido con informaciones procedentes de:

MORCILLO ORTEGA, Patricio. Ob.Cit. p: 168.

KODAMA, Fumio."Technology Fusion and the new R&D." Harvard Business Review. Julio - Agosto 1.992. Vol: 70. N°: 4. p: 71.

Este ejemplo, también se cita en el capítulo 4, punto 5.5.1.

ANEXO IV: Variables del sistema de I+D: El tiempo.

1.- PAPEL DE LA VARIABLE TIEMPO EN LA FUNCION DE I+D.

La concepción del tiempo en un contexto empresarial ha evolucionado en los últimos años; desde ser una mera referencia, hasta alzarse en una de las variables competitivas más importantes (1). La función de I+D no ha escapado a esta evolución y el factor tiempo en su condición de variable intrínseca del sistema de I+D (2), ha cobrado creciente importancia. Las repercusiones más importantes en este ámbito se pueden agrupar en tres grandes bloques:

A) Definición de los mercados: El factor tiempo, determina las ventajas competitivas demandadas por el mercado. Así, es posible reconocer diversos tipos de mercado atendiendo a este hecho: (3)

A1) Mercados de ciclo largo: Los productos y servicios de esta categoría deben estar fuertemente protegidos de las presiones de la competencia. Los mecanismos de aislamiento funcionan y permanecen en el tiempo. Generalmente, los productos de este grupo se sustentan en una rígida política de patentes y marcas (4), así como geográfica que incluye complejas relaciones con proveedores y clientes.

A2) Mercados de ciclo estándar: Los productos y servicios, están típicamente normalizados para producciones a alto volumen. Las empresas, sufren consecuentemente presiones competitivas de imitación. Por ello, se orientan hacia mercados más amplios, se

preocupan de la cuota de mercado y los procesos productivos, etc.

A3) Mercados de ciclo rápido: Son productos y servicios donde la "idea dirige", es decir, basados en un concepto, tecnología, o idea exclusivamente. Sufren de fuertes presiones de imitación, gozan de una "vida media" breve, y se procuran generar rutinas de fabricación.

B) Costes de la función de I+D: Esta faceta queda resumida brillantemente en la próxima cita: (5)

"Otro aspecto no menos importantes (de la función de I+D) es el cálculo de los costes que acarrea un retraso en los planes previstos; cuando los responsables son conscientes de lo que esto supone en pesetas constantes empiezan por preocuparse por reducir los plazos. Además, es necesario crear un cierto sentido de urgencia, mentalizando a todos los implicados de que acortar los tiempos, estamos reduciendo costes y esto es algo capaz de motivar a todos."

C) Competitividad: (6) "El tiempo de realización del proyecto, resulta siempre una preocupación competitiva clave. La demora en el mismo hace que el futuro se hace más incierto porque la incertidumbre comercial y competitiva crecen exponencialmente con el tiempo y ofrecen a los competidores, oportunidades de triunfar primero y adueñarse del mercado después."

Estas tres implicaciones de la variable tiempo en el sistema de I+D, nos induce a trasladar a la gestión de proyectos - programas de I+D los planteamientos de los que se ha denominado "management del tiempo", y con independencia del tipo de mercado donde compitan nuestros productos, una idea debe prevalecer: (7)

"El ciclo de desarrollo de productos (que podemos extender a la

totalidad de la función de I+D) debe ser corto, porque cuanto más corto sea, menos caro resultará y además la información que poseemos sobre las necesidades del cliente estará mucho más actualizada y más moderna será la tecnología que podemos utilizar."

2.- INFLUENCIA DE LA VARIABLE TIEMPO EN EL SISTEMA I+D.

Se debe prestar importancia a la incidencia que la variable tiempo tiene en cada momento de ejecución de un proyecto - programa de I+D. De forma similar al anexo anterior, proponemos una clasificación en función del momento de influencia tal y como aparece representada en el cuadro nºIV.1 :

Obsérvese, la identificación de cada una de estas categorías con las etapas establecidas en el capítulo 6.

Cuadro nºIV.1: Manifestaciones de la variable de I+D tiempo en función de su momento de influencia.	
1.- Con anterioridad (en su 1ª etapa) al proyecto - programa de I+D:	1.1.-Tiempo de reacción interna.
2.- Simultáneamente a la ejecución (en su 2ª etapa) del proyecto - programa de I+D:	2.1.-Punto críticos de la función de I+D. 2.2.-Vacio temporal. 2.3.-Tiempo de desarrollo.
3.- Con posterioridad a la ejecución (en su 3ª etapa) del proyecto - programa de I+D:	3.1.-Vida comercial. 3.2.-Tiempo de reacción externa.

Las próximas preguntas de este capítulo, exponen las particularidades de cada una de los epígrafes representados en el cuadro nºIV.1.

3.- INFLUENCIA DE LA VARIABLE TIEMPO CON ANTERIORIDAD (EN SU 1ª ETAPA) AL PROYECTO - PROGRAMA DE I+D.

En su planteamiento más global, la razón de ser de la función de I+D son las oportunidades de mercado que los agente económicos que compiten detectan o inducen. Esta circunstancia, se reflejará en el grado de conocimiento generalizado de las oportunidades de mercado y del cómo la competencia responderá a las mismas. Ante este reto, las empresas acuden "gestionando" entre otras variables, aquellas exteriorizaciones relacionadas con el tiempo anteriores a la puesta en funcionamiento de algún proyecto - programa de I+D.

3.1.- Tiempo de reacción interna.

Representa el tiempo que transcurre desde que se detecta una oportunidad de mercado o un cambio en el equilibrio dinámico de las fuerzas competitivas, hasta que la empresa se plantea y formaliza una serie de actuaciones conducentes a responder a estas nuevas condiciones comerciales.

La respuesta indicada, abarcará el diseño de una estrategia comercial, organizativa, estructural y tecnológica capaz de adaptar la empresa a los nuevos requisitos del mercado en mejores condiciones que la competencia.

Paso a paso, esta definición nos permite identificar las siguientes "claves" de actuación práctica en relación con el tiempo de reacción interna:

- A) Sistemas eficientes de detección de oportunidades de mercado o de ruptura de equilibrios preexistentes.
- B) Capacidad de diseñar una estrategia coherente con las oportunidades detectadas.
- C) Satisfacción en tiempo y forma óptima en relación a la

competencia de las nuevas necesidades demandadas por el mercado.

Las dos primeros puntos, representan condiciones necesarias pues se refieren a la duración del tiempo de reacción interna (cuanto más eficientes sean los sistemas y la capacidad de diseño, menor será el período de tiempo). La última "clave", es por el contrario, condición necesaria y suficiente dado que es la razón de ser de los proyectos - programas de I+D.

A modo ilustrativo de la importancia de las actuaciones empresariales basadas en el tiempo de reacción interna, presentamos el siguiente ejemplo: (8)

"Aunque el WALKMAN de Sony abrió un nuevo mercado, este fue rápidamente imitado por los competidores. En la mitad de la década de los ochenta, Sony comenzó a perder cuota de mercado. En respuesta, Sony aceleró el lanzamiento de nuevos productos con el objetivo de relegar a sus competidores a ocupar algunos segmentos de mercado. Sony, literalmente diversificó su línea de productos la de su filial Aiwa hasta recobrar ampliamente su cuota de mercado."

4.- INFLUENCIA DE LA VARIABLE TIEMPO SIMULTANEAMENTE (EN SU 2ª ETAPA) A LA EJECUCION DE UN PROYECTO - PROGRAMA DE I+D.

El tratamiento posible de la variable tiempo es doble: discreto o continuo. Esta dualidad unida a la descrita entre proyectos - programas de I+D y carteras de I+D, se constituye en marco de trabajo para el análisis planteado en el título de la pregunta.

4.1.- Puntos críticos de la variable tiempo.

Sí conferimos a la variable tiempo la condición de discreta, y analizamos la misma desde una óptica de proyecto - programa de I+D, podemos definir como puntos críticos de un proyecto -

programa de I+D a aquellos momentos puntuales del tiempo donde las decisiones a tomar condicionan su viabilidad y ejecución posterior. Con carácter general, los puntos críticos así definidos, coinciden con los momentos de dar por concluídas cada una de las etapas de un proyecto - programa. Manteniendo este criterio, hemos diferenciado los siguientes punto críticos: (9)

A) Primer momento crítico: Final del proceso de definición, planificación, evaluación y selección del proyecto - programa. Se decidirá si se continúa o no o simplemente aplazar.

B) Segundo momento crítico: Coincide con la culminación del proceso de desarrollo y diseño. La decisión a tomar es el otorgamiento al proyecto - programa de I+D de la condición de técnicamente viable.

C) Tercer momento crítico: Representa un juicio de valor; éxito o fracaso, y por extensión un acción destinada a mantener, finalizar, modificar, etc. el proceso de comercialización.

Por supuesto, cada proyecto - programa de I+D individualmente considerado y atendiendo a su grado de dificultad técnica o comercial presentará, además de los tres expuestos, nuevos momentos críticos donde "peligrará" su continuidad o viabilidad.

4.2.- Vacío temporal.

Cuando combinamos una concepción continua de la variable tiempo con una perspectiva de la función de I+D de cartera, se establece la base para una adecuada proporción en el tiempo entre proyectos - programas que permita no incurrir en "períodos en blanco" en cuanto a producción del sistema de I+D.

Para prevenir estos vacíos temporales en los vencimientos posibles de los proyectos - programas de I+D proponemos una

batería de acciones: (10)

A) Seguimiento y replanteamiento periódico de la composición de la cartera de I+D.

B) Empleo de herramientas de planificación como las técnicas PERT-CPM, simulaciones, etc. en escenarios temporales distintos (optimista, pesimista, y probable).

C) Establecimiento de objetivos a corto, medio y largo plazo al conjunto del sistema de I+D.

En este apartado dedicado al vacío temporal, tendría cabida el fenómeno de la "espera tecnológica" (11), como una singularidad más a tener en consideración.

4.3.- Tiempos de desarrollo.

Continuando con el esquema inicial, el tiempo de desarrollo engloba una percepción discreta del tiempo desde la óptica de un proyecto - programa o de una cartera de I+D. Esta última distinción, nos permite diferenciar entre:

4.3.1.- Tiempo de desarrollo de un proyecto - programa de I+D. Se define como el período de tiempo que transcurre desde la toma de la decisión de realizar un proyecto - programa hasta que su ejecución es completada o en su caso abandonada. Al decir "completada", incluiremos también el tiempo invertido en el proceso de obtención de autorizaciones administrativas necesarias para la comercialización.

La literatura empresarial disponible, hace referencia en repetidas ocasiones a este aspecto de la variable de I+D tiempo aunque se limite principalmente a aquellos proyectos - programas cuyo objetivo está centrado en los productos. Por extensión, las conclusiones pueden ampliarse a

cualquier proyecto - programa de I+D. Así, podemos enumerar las ventajas que supone la reducción de la duración de los proyectos - programas de I+D como sigue: (12)

A) Se limita el riesgo de mercado de la empresa. (Porque la empresa no tiene que extender temporalmente su necesidad de previsiones de mercado).

B) Se es capaz de responder a movimiento inesperados de la competencia.

C) Se reduce costes, porque tiempo de desarrollo corto significan a menudo costes de desarrollo menores.

D) Se incrementan los beneficios, porque los nuevos (o mejorados) productos y procesos, típicamente traen cuotas de mercado y márgenes superiores a los generados por los anteriores.

Estas "recompensas financieras" que provoca la reducción de los ciclos de desarrollo de los proyectos - programas de I+D han sido demostradas repetidamente. Por ejemplo, el modelo del cuadro nº IV.2. (13) compara el efecto sobre el VAN de una inversión en I+D en el sector de la electrónica de consumo de diferentes hipótesis posibles.

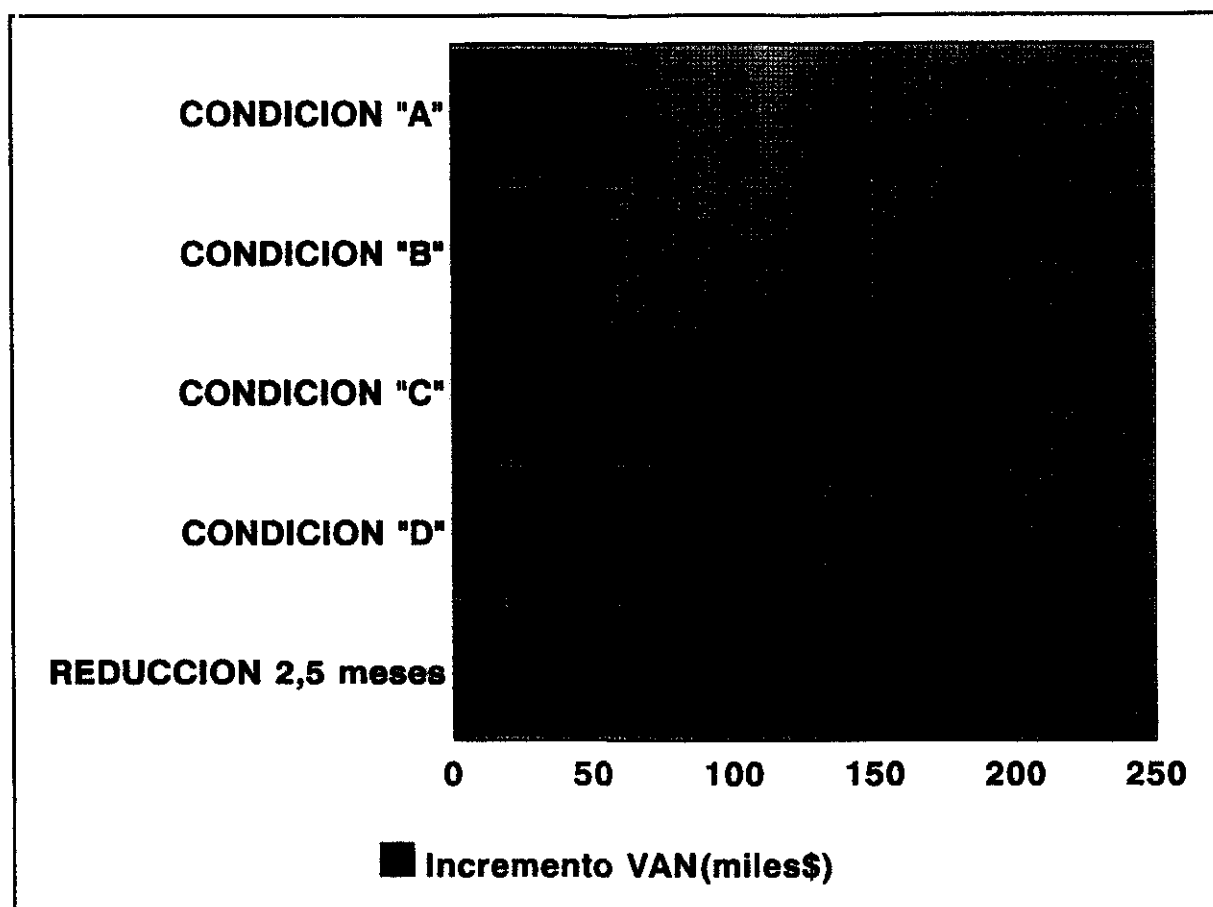
El punto de partida del gráfico anterior es una inversión en I+D destinada a un nuevo producto con las siguientes características:

A) Seiscientos mil dólares de inversión.

B) Un VAN del proyecto estimado para el modelo base de setecientos cincuenta mil dólares.

C) Tres años de vida comercial.

D) Un año de tiempo de desarrollo.



Cuadro n°IV.2.-"Repercusiones de diferentes supuestos en el VAN de una inversión ."

Es subrayable el hecho que una reducción de 2,5 meses en el tiempo de desarrollo (desde un año hasta 9,5 meses) proporciona un mayor beneficio que cualquiera de las siguientes condiciones:

- A) Una reducción de un 25% en el coste de I+D del nuevo producto (sin mermar la calidad).
- B) Una reducción de un 20% en el coste de la inversión (sin rebajar la productividad).
- C) Una reducción de un 2% en el coste de producción (sin reducir el atractivo comercial del producto).

D) Un 10% de incremento en el volumen de ventas en la vida del producto.

Al margen de los datos cuantitativos de este ejemplo, en un estudio realizado a nivel mundial por ARTHUR D. LITTLE se llega a una conclusión similar. Al analizar cuales son para los ejecutivos de Japón, Estados Unidos, y Europa los principales parámetros y las prioridades que caracterizan sus procesos de creación de nuevos productos, esta consultora americana concluye que: (14)

"De la encuesta se deduce que, a nivel mundial, hay tres aspectos que son considerados de la mayor importancia: lanzar los productos en el tiempo previsto, mejorar su atractivo y presentación, y crear los productos en el menor tiempo posible."

Se deduce de esta cita una dimensión nueva; el tiempo de desarrollo previsto: (15)

"La planificación es un elemento esencial porque cuanto más corto sea el plazo establecido para el lanzamiento de un producto, más detallados tienen que ser los planes para no actuar dando saltos y con un excesivo riesgo técnico asociado por la prisas."

De todo lo anterior, podemos catalogar el tiempo de desarrollo de la función I+D como uno de los factores con mayor peso específico para controlar y gestionar los costes de un proyecto - programa de I+D y la posición competitiva de la empresa.

4.3.2.- Vida media de una cartera de I+D: Su origen es una concepción discreta del tiempo analizada desde la perspectiva de una cartera de I+D. La definición de la vida media de una cartera de I+D es simple; tiempo medio en el que los proyectos - programas de la cartera son ejecutados

en su integridad.

La importancia de este aspecto está determinada por la vida comercial de las tecnologías o los productos que abastecen el mercado objetivo. Así, si esta es menor que la vida media de la cartera de I+D, nuestra participación en el mercado estará hipotecada en tanto en cuanto el sistema de I+D no tiene la suficiente productividad para hacer frente a las nuevas condiciones de competencia impuestas por otros.

5.- INFLUENCIA DE LA VARIABLE TIEMPO CON POSTERIORIDAD (EN SU 3ª ETAPA) A LA EJECUCION DE UN PROYECTO - PROGRAMA DE I+D.

Con independencia del output resultante de un proyecto - programa de I+D con éxito, la variable tiempo proyectará su influencia con posterioridad a su lanzamiento comercial porque uno de los objetivos de la función de I+D es "dedicar gran parte de sus esfuerzos a mejorar y perfeccionar los productos existentes" (16).

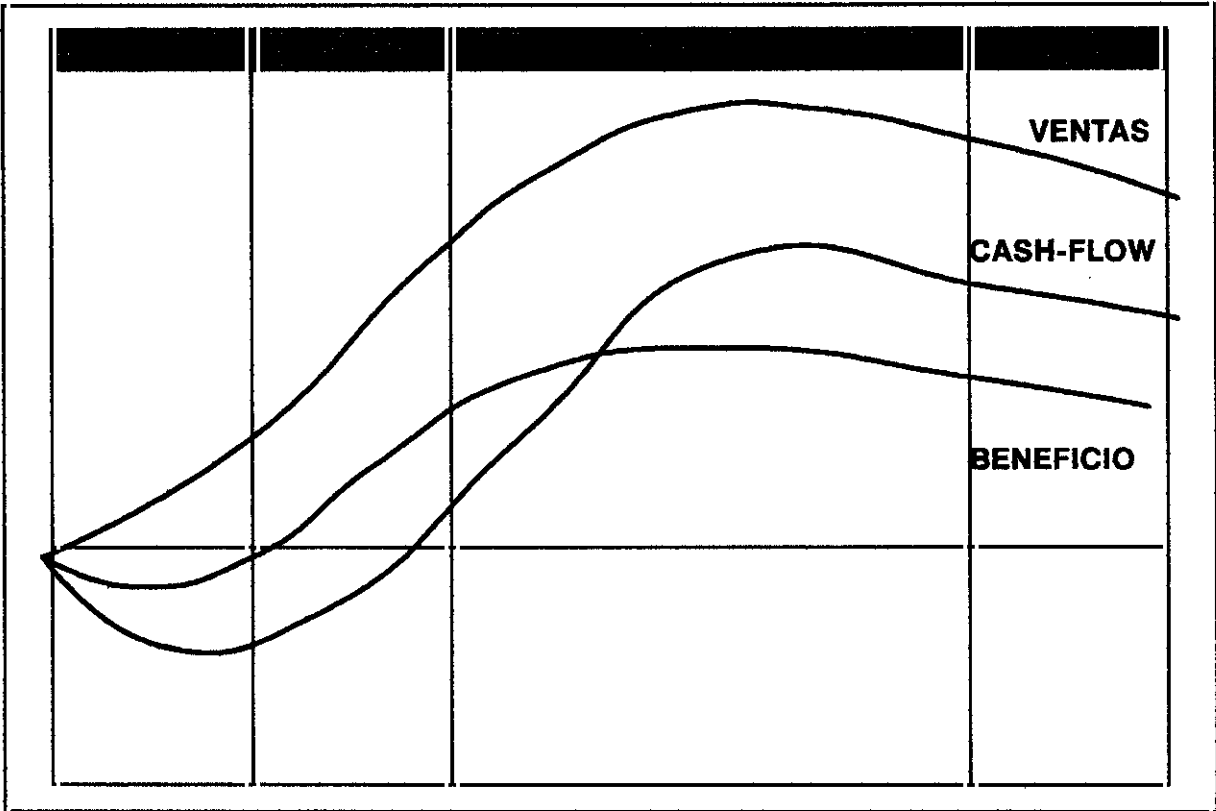
En consecuencia, al considerar el comportamiento en el mercado de los resultados de un proyecto - programa de I+D, se pone en marcha la necesaria realimentación del sistema de I+D que incidirá en dos direcciones precisas:

5.1.- Ciclo de vida del producto y de los procesos.

No es este el lugar más adecuado para teorizar sobre la validez o no del modelo ciclo de vida de un producto (CVP), nuestra misión quiere relacionar las conclusiones de este modelo con las posibilidades reales del sistema I+D.

Según el CVP (17), las ventas de un productos presentan ciertas analogías con las vidas de los seres vivos, y así en su forma más clásica divide la vigencia comercial de un producto en cuatro

fases: introducción, crecimiento, madurez - saturación y declive y la representa en forma de "S". En el cuadro nºIV.3 (18) aparece la evolución de las ventas, el "cash-flow" y los beneficios diferenciada por cada etapa del CVP.



Cuadro nºIV.3.-"Evolución de las ventas, beneficios y "cash-flow", a lo largo del ciclo de vida de un producto."

Estas tendencias no escapan de la estrategia de I+D porque cada fase del CVP demandará un conjunto de actuaciones de I+D que condicionarán su duración. En el cuadro nºIV.4 (19) recogemos las situaciones más probables en las cuales se centran las relaciones del CVP con I+D.

Del cuadro anterior, la celda dedicada a las incidencias en la duración de la etapa declive, necesita una aclaración adicional. Las actuaciones de I+D aumentarán su duración cuando existan segmentos de mercado rentables o las barreras de salida sean muy altas. En el otro extremo, pretenderán reducir su duración si el nivel de incertidumbre del sector es alto o la empresa carece de

Cuadro nºIV.4: Esquema de las actuaciones de I+D en relación con el ciclo de vida del producto.

FASES DEL CVP:	INTRODUCCION.	CRECIMIENTO.	MADUREZ.	DECLIVE.
ACTUACIONES DE I+D.	<ul style="list-style-type: none"> - Correcciones técnicas del producto para mejorar la adaptación al mercado. - Atención al control de calidad y del acabado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciar los trabajos conducentes a la nueva generación del producto actual. - Prever el sustituto del producto actual. - Proyectar las adaptaciones necesarias y los complementos para alcanzar nuevos mercados, segmentos o nichos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Proyectar mejoras o nuevos proyectos que abaraten costes. - Introducir pequeñas variantes para alargar esta fase. - Lanzamiento de la nueva generación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Retirar toda la inversión en I+D. - Algunas operaciones de reducción de costes o adaptación a nuevos mercados geográficos. - Lanzamiento del producto sustituto.
INCIDENCIA EN LA DURACION DE LA FASE DEL CVP.	El objetivo es reducir el tiempo de esta fase pues existen innumerables riesgos y los beneficios y "cash flow" son negativos.	El objetivo es alargar la etapa para alcanzar un techo superior de ventas.	El objetivo es aumentar la duración de esta fase pues si bien los márgenes unitarios serán bajos, los beneficios, "cash flow" y ventas son elevados.	El objetivo no está demasiado claro. Puede pretenderse trasladar la producción a mercados menos desarrollados, etc.

ventajas competitivas para sobrevivir.

5.2.- Tiempo de reacción externa.

Es el cierre del circuito creado por la variable tiempo. Se le puede definir como las estimaciones practicadas por la empresa innovadora sobre cuales serán los tiempos de reacción internos de los competidores. Es decir, la previsión de cuanto durará la situación de "privilegio" en el mercado como consecuencia de haber sido los pioneros de un producto o proceso.

Esta definición, en relación con las actividades de I+D, nos sugiere tres reflexiones:

A) El tiempo de reacción externa es la única de las diferentes manifestaciones de la variable tiempo impuesta por el entorno y en concreto por los competidores. Es por tanto, un dato o referencia a seguir.

B) La conclusión del punto anterior es inmediata; la empresa promotora de una innovación mediante un proyecto - programa de I+D, carece de los instrumentos de gestión propios del tiempo de reacción externa. La afirmación anterior debe ser matizada porque aunque de forma directa es imposible el control de esta magnitud, si existen posibilidades de realizar una gestión previsora que dilate los tiempos de reacción externa. En este sentido, cobran especial importancia las políticas de protección industrial de las innovaciones, de recursos complementarios, alianzas estratégicas (20), etc.

C) En estudios macroeconómicos los conceptos tiempo de reacción externa y velocidad de difusión (21) de una innovación tienden a confundirse. (Sirva de ejemplo esta cita: "Cuando aparece un avance tecnológico en semiconductores en cualquier parte del mundo, los fabricantes de chips tardan menos de dos años y medio en

incorporarlos" (22)).

6.- MARCO TEMPORAL DEL SISTEMA DE I+D: COMPROMISO ENTRE EL CORTO Y EL LARGO PLAZO.

La elección de la perspectiva temporal más favorable para una empresa vendrá determinada por tres elementos claves; aprender del pasado, compromiso con el presente y confianza en el futuro. Si analizamos con detalle estos factores, podemos construir una línea maestra de conducta en las actividades de I+D desde su función de puente entre el pasado, presente y futuro de las empresas.

Partiendo del hecho que las inversiones en I+D por propia definición cuando se refieren al largo plazo, se refieren a un plazo mayor que cualquier otro tipo de inversión, cabe preguntarse cuales son los determinantes de una decisión empresarial referida al largo plazo. La enumeración de la totalidad es prácticamente imposible pero creemos significativa la siguiente selección: (23)

A) Profundo conocimiento del sistema: Se ven claras las conexiones entre las acciones en un momento del tiempo y las consecuencias en otro. Este entendimiento viene proporcionado en parte por la valoración del pasado como fuente de aprendizaje desde la experiencia.

B) Confianza en el sistema actual: Las "reglas del juego" son justas e iguales para todos.

C) Compromiso con el futuro: Se quieren construir instituciones perdurables, dejando un legado para quienes vienen detrás.

D) Confianza en los dirigentes: Las decisiones de estos tienen presentes las necesidades actuales y futuras, de tal forma que las mismas son compartidas por la totalidad de la

organización.

En resumen: (24)

"La visión a largo plazo debe ser una visión compartida y esta debe extenderse en dos direcciones; encarnar la sabiduría obtenida en el pasado y las esperanzas y sueños del futuro."

Trasladar estos condicionantes al ámbito de I+D, se convierte en una necesidad tal y como prueba la siguiente cita: (25)

"En vez de planear inversiones de I+D a uno o dos años, los esfuerzos en I+D pueden satisfacer hoy demandas latentes incluso cuando la tecnología no existe o es solamente emergente."

El pasado nos muestra ejemplos del éxito de esta visión al largo plazo en las inversiones en I+D, y así el video doméstico (26) popularizado en su uso y comercialización en la década de los ochenta, tiene su concepto de producto en el "helical scanning system" de 1.955.

Estos mismos desafíos se encuentran en la actualidad como es el caso de la futura industria multimedia. Este concepto que fusiona audio, video, realidad virtual, hardware y software, con la capacidad artística y creativa de la industria del entretenimiento, será viable probablemente en diez o veinte años. Mientras esta idea suena a "ciencia ficción", grandes multinacionales japonesas como Sony y Matsushita dan los primeros pasos hacia este nuevo mercado adquiriendo los estudios cinematográficos Columbia Pictures Entertainment y MCA Inc. respectivamente.

De todo lo expuesto, se deduce que la función de I+D debe orientarse, en lo que sus actividades se refiere, a cubrir en sus carteras todos y cada uno de los horizontes temporales. Pero que con independencia de aquellos proyectos - programas de poca envergadura (derivados y algunos plataforma) los resultados a

corto plazo deben venir por la maduración de proyecto - programas de I+D concebidos a largo. Sin esta vocación por el largo plazo, el sistema de I+D no puede servir eficientemente de "puente" hacia el futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL ANEXO IV:

(1).-Completar en capítulo 2, pregunta 3.

(2).-Ver capítulo 1, pregunta 6.

(3).-Esta clasificación se complementa con la del capítulo 3, pregunta 3.

La clasificación, está adaptada de :

WILLIAMS, Jeffrey R. "How Sustainable is Your Competitive Advantage?" California Management Review. Primavera 1.992. Vol: 34. N°: 3. p: 33.

(4).-Ver capítulo 6, punto 8.1 y anexo II, pregunta 7.

(5).-DESCHAMPS, Jean Philippe. "Reducción de plazos y riesgos en la creación de productos." Dirección y Progreso. Noviembre - Diciembre 1.991. N°: 120. p: 22.

(6).-ROUSSEL, Philip A.; SAAD, Kamal N. y otro "Tercera generación de I+D." Mc Graw - Hill. Madrid 1.991. p: 67.

(7).-GRANGER, Richard. "La gestión de tecnología en la creación de productos." Dirección y Progreso. Noviembre - Diciembre 1.991. N°: 120. p: 13.

(8).-DESCHAMPS, Jean Philippe y NAYAK, P.Ramganath. "Competing Through Products. Lessons From the Winners." The Columbia Journal of World Business. Verano 1.992. Vol: XXVII. N°: II. p: 39.

Información adicional sobre este producto aparece en el capítulo 4, punto 5.4.2 y en el cuadro nº5.7.

(9).-Ampliar en el capítulo 6, preguntas 3, 4, 5, 6, 7, y 8.

(10).-Ampliar en el capítulo 15, preguntas 7, y 10 y en la totalidad del capítulo 16.

(11).-Concepto definido en anexo I, punto 3.2.

(12).-DESCHAMPS, Jean Philippe y NAYAK, P.Ramganath. Ob.Cit. p: 40.

(13).-DESCHAMPS, Jean Philippe y NAYAK, P.Ramganath. Ob.Cit. p: 40.

(14).-PALFY, Miklos A. "La alta dirección y los procesos de creación de productos." Dirección y Progreso. Noviembre - Diciembre 1.991. N°: 120. p: 26.

(15).-DESCHAMPS, Jean Philippe. Ob.Cit. p: 22.

(16).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z."Manual de dirección estratégica de la tecnología." Ariel. Barcelona. 1.988. p: 184.

(17).-Una completa discusión sobre el ciclo de vida de los productos puede encontrarse en:

FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. Ob.Cit. pp: 200 - 212.

(18).-FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. Ob.Cit. p: 201.

(19).-El cuadro ha sido elaborado a partir de uno similar publicado en:

FERNANDEZ SANCHEZ, E. y FERNANDEZ CASARIEGO, Z. Ob.Cit. pp: 208 - 209.

Resalta la similitud existente con lo expuesto en la matriz "cuota relativa de mercado vs. crecimiento del mismo".

(20).-La propiedad industrial y los recursos complementarios, se describen en el capítulo 6, puntos 8.1 y 8.3, respectivamente. Por su parte, las alianzas estratégicas, en el capítulo 12, punto 3.2.

(21).-Ver anexo II, punto 3.2.

(22).-ROHWER, Jim."¿Qué pasa con los nacionalismos?". Actualidad Económica. 28 Diciembre 1.992 - 10 Enero 1.993. N°:1.801/2

(23).-KANTER, Rosabeth M."The Long View". Harvard Business Review. Septiembre - Octubre 1.992. Vol: 70. N°: 5. pp: 9 - 11.

(24).-KANTER, Rosabeth M. Ob.Cit. p: 11.

(25).-KODAMA, Fumio."Technology Fusion and the New R&D." Harvard Business Review. Julio - Agosto 1.992. Vol: 70. N°: 4. p: 74.

(26).-Los dos ejemplos han sido tomados de:

KODAMA, Fumio. Ob.Cit. p: 74.